



ROYAUME DU MAROC

INSTITUT AGRONOMIQUE ET VETERINAIRE HASSAN II

**MEMOIRE DE TROISIEME CYCLE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME
D'INGENIEUR D'ETAT EN GENIE RURAL**

OPTION : GENIE RURAL

**APPLICATION D'UN OUTIL DE SIMULATION (OLYMPE) DANS
UNE PERSPECTIVE D'AIDE A LA DECISION POUR LES
STRATEGIES D'UTILISATION CONJUGUEE DES EAUX DE
SURFACE ET DES EAUX SOUTERRAINES A L'ECHELLE D'UN
TERTIAIRE (CAS DU TADLA)**

Présenté et soutenu publiquement par:

Mr. Saïd ZEMZAM

Président	: Pr. DEBBARH A.	DGR/IAV HASSAN II
Rapporteur	: Pr. HAMMANI A.	DGR/IAV HASSAN II
Corapporteur	: Pr. KUPER M.	CIRAD/MONTPELLIER
Examineurs	: Pr. ALIOUA F.	DSH/IAV HASSAN II
	Pr. BADRAOUI M.	DSS/IAV HASSAN II
	Pr. BELABBES K.	DGR/IAV HASSAN II
	Mr. BELLOUTI A.	DGRID/ORMVAT

Juillet 2003



A MES PARENTS, source inépuisable d'amour et de tendresse pour les sacrifices et les efforts que vous avez consenti pour mon éducation et ma formation.

Aucune dédicace ne serait exprimer ma gratitude, ma profonde affection, je ne pourrais vous remercier pour tout ce que vous avez fait pour moi , et ce que vous faites jusqu'à présent.

A mes sœurs et mes frères qu'ils trouvent ici le témoignage de mon amour fraternel.

A MA CHERE NADIA, pour la sympathie et la gentillesse qui a toujours manifesté à mon égard .

A TOUTE MA FAMILLE ET MES AMIS

A tous ceux qui me sont chers

Je dédie ce modeste travail



Au terme de ce travail, je tiens à exprimer mes vifs remerciements au Dr. **Ali HAMMANI**, pour son encadrement, sa disponibilité, ses encouragements, son investissement dans le suivi de mon étude et la confiance qu'il m'a accordé. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

Je tiens à remercier M. **Sami Bouarfa** (chercheur au CEMAGREF), M. **Marcel KUPER** (chercheur au CIRAD) et M. **Philippe LEGRUSSE** (enseignant chercheur au CIEHAM de Montpellier) pour leurs conseils précieux qui ont permis de concrétiser ce travail.

Je remercie évidemment toutes les responsables du département de la Gestion des Réseaux d'Irrigation et de Drainage, notamment M. **Hamid ZAZ** chef du DGRID, M. **Aziz BELLOUTI**, M. **Ahmed ELYAMANI**, M. **KOBRI** et le chef d'arrondissement des Beni-Amir, M. **Mohamed SAAF** pour l'accueil qu'ils nous ont réservé, l'aide et les entretiens qu'ils nous ont accordés pour mener à bien la présente étude.

Mes remerciements sont adressés aussi au Dr. **M. BADRAOUI** et à M. **A. TAKI** pour leurs conseils et discussions précieuses qu'ils n'ont cessés à nous accorder généreusement afin de donner à ce travail l'intérêt qu'il mérite.

Mes remerciements vont également à la coopération française qui a assuré le financement du stage d'un mois dont j'ai bénéficié dans le cadre d'un projet PRAD.

A tous le corps enseignant du département de génie rural de l'I.A.V Hassan II, trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance pour les efforts qu'ils ont déployé constamment afin de donner à cette formation de troisième cycle son niveau escompté.

Et enfin, Je remercie tous les agriculteurs du tertiaire P13TD5B pour leur patience et leur accueil au cours des enquêtes de terrain.

RESUME

Le travail s'inscrit dans le cadre d'un projet PRFI (Projet de Recherche Fédérateur Interne) dont le but est d'étudier les stratégies d'utilisation conjuguée des eaux de surface et des eaux souterraines dans le Tadla ainsi que d'évaluer l'impact de cette utilisation sur l'évolution de la nappe et des sols.

Le périmètre irrigué des **Beni-Amir** du Tadla a connu une pénurie en eau de surface entraînant le recours au pompage par les agriculteurs pour pouvoir satisfaire les besoins en eau des cultures. A travers les **enquêtes** de terrain, ce travail s'est donné comme objectif d'identifier les stratégies des irriguants confrontés à une pénurie d'eau de surface ainsi que de déterminer les **indicateurs** qui règlent leurs décisions vis-à-vis du choix de la ressource en **eau de surface et/ou souterraine**.

Le travail à l'échelle d'un **tertiaire**, nous a permis d'étudier l'**exploitation agricole** dans son ensemble et ainsi de comprendre les **stratégies** développées par l'agriculteur pour mieux gérer sa ressource. Il nous a donné aussi l'occasion de chercher d'autres facteurs socio-économiques qui peuvent être à l'origine des prises de décisions des agriculteurs quant au choix de la ressource en eau.

L'étude réalisée montre une prédominance de l'**utilisation conjuguée** des eaux de surface et souterraines pour l'irrigation avec un pourcentage de 71 %. La seule différence qui peut exister entre les agriculteurs est le mode d'utilisation de ces ressources (mixte ou alterné). Le **pompage** devient une nécessité dans la région pour pouvoir réussir les cultures et avoir une souplesse et une autonomie quant à la **programmation des irrigations** surtout avec les défaillances de fonctionnement de réseau de surface. En terme quantitatif, le recours au pompage s'avère également très diversifié, rendant difficile l'estimation de pompage à l'échelle du tertiaire et par suite à l'échelle du périmètre.

La plupart des exploitations du tertiaire ont fait l'objet de **modèles de simulations** moyennant le logiciel informatique "**Olympe**". Ainsi, à travers un suivi global de ces exploitations, un diagnostic technico-économique a été effectuée et nous a permis de comprendre le fonctionnement des exploitations du tertiaire et ainsi de comprendre le raisonnement suivi par les agriculteurs dans leur **prise de décision**.

L'étude a montré que la marge brute globale moyenne est de 23.829,00 Dh/ha pour les agriculteurs ayant accès à l'eau de surface et à l'eau souterraine alors qu'elle est de 15.009,00 Dh/ha pour les agriculteurs ayant accès unique à l'eau du réseau.

Une comparaison de l'évolution des résultats économiques simulés des exploitations, entre la situation actuelle et celle projetée, nous a permis de déduire que l'investissement dans le dispositif **motopompe** est valorisé, que le **revenu extérieur** généré par l'émigration est une source intéressante permettant aux agriculteurs de financer leurs projets, que l'attachement des exploitations du tertiaire à la pratique d'**élevage** est justifié.

Mots clés : Périmètre irrigué, Tadla, utilisation conjuguée, eaux de surface, eaux souterraines, gestion de l'eau, exploitation agricole, diagnostic socio-économique, Olympe.

SUMMARY

The context of this work is the IFRP (Interne Fédérateur Research Project) whose goal is to study the strategies of conjunctive-use of the surface and the ground waters in the Tadla and to assess the impact of this use on the evolution of the water resources.

The Beni-Amir irrigation system of the Tadla perimeter has known a shortage in surface water dragging the recourse to the pumping by farmers in order to satisfy crops water needs. Through surveys, the aim of this research is to identify the strategies of farmers confronted to the surface water shortage as well as to determine the indicators that settle their choice between surface water and groundwater.

Working at tertiary level, have permitted us to study farmer holdings in its whole and so to understand strategies developed by the farmer to manage better his resource, it gave us also the opportunity to look for other socio-economic factors that can be at the origin of farmer decision in the choice of water resource.

The output from the research shows a predominance of the conjunctive-use of surface and underground water for irrigation. The alone difference that can exist between farmers is the utilization manner of these resources (mixed or alternate). The pumping becomes a necessity in the region in order to succeed crops and to have suppleness and autonomy towards the programming of irrigations especially with many problems of the irrigation network. In quantitative term, the recourse to the pumping also proves out to be very varied, giving back difficult the estimation of the groundwater pumping at the level of the tertiary and then at the whole perimeter.

Most farmers of the tertiary have been the object of simulation models by using “Olympe” computer program. So, through a global follow-up of these holding, a technical-economic study has been done and permitted us to understand the operation of holdings and the reasoning followed by farmers in their hold decision.

The comparison of the economic results evolution of the simulated holdings, between the present situation and the one intended, permitted us to deduce that the investment in the motor-pump devices is valorised, that the outside income generated by the emigration is an interesting source allowing farmers to finance their projects, that the attachment of the exploitation of the tertiary to the breeding practice is justified and that the economy of water through the installation of the drip irrigation system would be an interesting choice. However, more support of the state in matter of subsidies and vulgarization is recommended.

Keywords : Irrigation perimeter, Tadla, conjugated utilization, surface water, underground water, management of water, agricultural holding, socio-economie diagnosis, Olympe.

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION ET PROBLEMATIQUE.....	2
2. OBJECTIFS ET METHODOLOGIE.....	4

PARTIE 1 : LA REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1 : GESTION ET UTILISATION DES RESSOURCES EN EAU

1. LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU DE SURFACE ET SOUTERRAINES	8
1.1. Gestion des ressources en eau	8
1.2. Les problèmes liés à la gestion des ressources en eau.....	9
2. UTILISATION CONJUGUEE DES EAUX DE SURFACE ET DES EAUX SOUTERRAINES	10
2.1. Définition	10
2.2. Avantages et contraintes des eaux souterraines par rapport aux eaux de surface.....	10
2.3. Gestion conjointe des eaux souterraines et des eaux superficielles.....	11
3. LES PROBLEMES GENERES PAR UNE UTILISATION NON RAISONNEE DES RESSOURCES EN EAU.....	12
3.1. Salinité des eaux et du sol	12
3.2. La surexploitation des ressources en eau souterraines : le problème le plus difficile à résoudre !.....	13

CHAPITRE 2 : AIDE A LA DECISION DES AGRICULTEURS

1. DEFINITION DES EXPLOITATIONS AGRICOLES FAMILIALES.....	15
2. LE FONCTIONNEMENT DE L'EXPLOITATION AGRICOLE	15
2.1. Définition du fonctionnement de l'exploitation agricole.....	15
2.2. Etude du fonctionnement de l'exploitation agricole	16
3. L'EXPLOITATION AGRICOLE ET LA NOTION DE SYSTEME.....	17
3.1. Système de production	17
3.2. Système irrigué	18
4. MODELISATION DES EXPLOITATIONS AGRICOLES.....	19
5. OUTIL D'AIDE A LA DECISION : OLYMPE LOGICIEL DE MODELISATION.....	20
5.1. Les décisions et stratégies des agriculteurs	20
5.1.1. Qu'est ce qu'une décision ?	20
5.1.2. La diversité des processus de décision	21
5.1.3. Le concept de stratégie.....	22
5.2. Olympe outil d'aide à la décision	23
5.2.1. Des enquêtes de terrain	23
5.2.2. La constitution d'un modèle de simulation du territoire	23
5.2.2.1. Définition et intérêt du modèle	23
5.2.2.2. Présentation du logiciel	24
5.2.2.3. Fonctions.....	25
5.2.3. Calage des paramètres du modèle	26
5.2.4. La simulation des scénarios.....	26

CHAPITRE 3 : MONOGRAPHIE DE LA REGION

1. SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA PLAINE.....	28
2. CONTEXTE CLIMATIQUE.....	29
2.1. Pluviométrie	29
2.2. Température	30
2.3. Evapotranspiration	31
3. CONTEXTE PEDOLOGIQUE	31
3.1. Les sols isohumiques.....	31
3.2. Les sols calcimagnésiques.....	32
3.3. Les sols à sesquioxydes de fer.....	32
3.4. Les sols hydromorphes.....	32
3.5. Les sols peu évolués et complexes	33
4. LES RESSOURCES EN EAU.....	33
4.1. Les eaux de surface	33
4.2. Les eaux souterraines	33
4.2.1. La nappe du Mio-plio-quaternaire.....	33
4.2.2. La nappe du l'Eocène	35
4.2.3. La nappe du Turonien	36
5. AMENAGEMENTS HYDRO-AGRICOLES.....	36
5.1. Infrastructures hydrauliques et hydro-agricoles	36
5.1.1. Superficie irriguée	36
5.1.2. Réseau d'irrigation.....	37
5.2. SYSTEME DE PRODUCTION VEGETALE.....	38

CHAPITRE 4 : GESTION DES EAUX D'IRRIGATION

1. ORGANISATION DE L'IRRIGATION.....	41
1.1. Bloc d'irrigation	41
1.2. Adaptation de la trame	42
1.2.1. Trame B.....	42
1.2.2. Evolution en trame A	42
2. LES TECHNIQUES D'IRRIGATION A LA PARCELLE	43
2.1. La Robta.....	43
2.2. La Robta améliorée	45
2.3. L'irrigation à la raie	45
2.4. L'irrigation par calant	46
2.5. Le bassin à fond plat	46

PARTIE 2 : METHODOLOGIE ET COLLECTE DES DONNEES

CHAPITRE 5 : CHOIX ET PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

1. DELIMITATION DE LA ZONE DE TRAVAIL.....	48
1.1. Première étape : Choix d'un sous- périmètre	48
1.2. Deuxième étape : Choix d'une prise secondaire	48
1.3. Troisième étape : Choix du tertiaire.....	49
1.3.1. Raisons de choix	49
1.3.2. Choix d'un tertiaire d'irrigation	50
2. LES ENQUETES : OUTIL POUR LE DIAGNOSTIC DE LA ZONE D'ETUDE	52
2.1. Questionnaire	52
2.2. Définition des charges.....	53
2.2.1. Les charges fixes	53
2.2.2. Les charges variables	54

3. DESCRIPTION ET DIAGNOSTIC DU TERTIAIRE P13TD5B.....	55
3.1. Situation géographique.....	55
3.2. Caractérisation des exploitations.....	55
3.2.1. Le groupe familial	55
3.2.2. La structure foncière des exploitations et le cadre juridique	58
3.2.3. Le mode de faire valoir	61
3.2.4. L'occupation du sol	61
3.2.5. L'élevage.....	62
3.2.6. Les ressources en eau	63
P13TD5B	63
1. INTRODUCTION.....	64
1.1. Eau de surface (cas des Beni-Amir).....	64
1.1.1. Allocation du volume global de la campagne pour le périmètre de Beni- Amir	64
1.1.2. Répartition du volume à l'échelle des secondaires	65
1.1.3. De la demande de l'agriculteur vers l'élaboration d'un tour d'eau (distribution à l'échelle des tertiaires)	65
1.1.4. Paramètres de contrôle pour l'établissement d'un tour d'eau	66
1.2. Eaux souterraines	67
2. UTILISATION ET GESTION DES RESSOURCES EN EAU A L'ECHELLE DU TERTIAIRE P13TD5B.....	68
2.1. Facteurs incitant les agriculteurs à l'utilisation conjuguée des ressources en eau.....	68
2.2. La gestion des ressources en eau.....	69
2.2.1. Exploitation unique des ressources en eau de surface	69
2.2.2. Exploitation conjointe des eaux de surface et des eaux souterraines	70
2.2.3. Exploitation unique de la nappe	72
3. EVALUATION DES CONSOMMATIONS EN EAU PAR LES AGRICULTEURS DU TERTIAIRE. 73	73
3.1. Eaux de surface	74
3.2. Eaux souterraines	75
3.3. Confrontation entre les quantités consommées en eau de surface et en eau souterraine	77
4. CONCLUSION.....	78

PARTIE 3 : MODELISATION DU FONCTIONNEMENT DES EXPLOITATIONS AGRICOLES

CHAPITRE 7 : MODELISATION DES EXPLOITATIONS AGRICOLES DU TERTIAIRE

1. FONCTIONNEMENT DES EXPLOITATIONS AGRICOLES.....	81
1.1. Introduction.....	81
1.2. Fonctionnement du programme	81
1.2.1. La base de données.....	81
1.2.2. Définitions des aléas	83
1.2.3. Les résultats du modèle.....	83
1.2.4. Les indicateurs	83
1.2.5. Etat de sortie.....	87
2. EXEMPLE DETAILLE SUR LE FONCTIONNEMENT DES EXPLOITATIONS AGRICOLES DU TERTIAIRE : EXPLOITATION AG3.....	88
2.1. Présentation de l'exploitation.....	88
2.1.1. Identification de l'exploitation	88
2.1.2. Exploitant et sa famille.....	89
2.1.3. Equipement	89
2.1.4. L'état parcellaire	87
2.1.5. Le rendement réalisé en campagne agricole 2001/2002.....	88
2.2. Etude technico-économique	88
2.2.1. Production végétale	88

2.2.2. Production animale.....	90
2.2.3. Main d'œuvres	92
2.3. Programme d'irrigation.....	92
3. CONCLUSION.....	94
 CHAPITRE 8 : RESULTATS ET DISCUSSION DES SIMULATIONS	
1. LES INDICATEURS QUI REGLENT LES DECISIONS DES AGRICULTEURS QUANT AU CHOIX DE L'UTILISATION DE LA RESSOURCE EN EAU	97
1.1. Le revenu extérieur généré par l'émigration : Quel intérêt pour l'agriculture ?.....	98
1.2. L'indivision et le problème d'héritage.....	98
1.3. Contraintes financières constituent un frein pour le développement des exploitations agricoles familiales	99
1.4. Structure foncière des exploitations	99
2. RESULTATS DU MODELE	100
2.1. Les petites exploitations se montrent plus aptes à l'intensification	100
2.1.1. Exploitations ayant accès à l'eau de surface et à l'eau souterraine	100
2.1.2. Exploitations ayant un accès unique à l'eau de surface	101
2.2. Confrontation de la marge brut globale moyenne des agriculteurs avec accès différent à la ressource en eau.....	102
3. SIMULATIONS DES VOIES D'EVOLUTION	103
3.1. Les différents scénarios développés.....	103
3.2. Outil et méthode utilisée pour réaliser les différentes simulations.....	104
3.2.1. L'outil de simulation.....	104
3.2.2. La méthode utilisée	105
4. CONSTRUCTION DES SIMULATIONS ET DES SCENARIOS POTENTIELS.....	107
4.1. Adoption de la variante 1 sur l'intérêt de l'investissement dans un forage dans les exploitations du tertiaire	107
4.1.1. Scénario d'évolution envisagé	107
4.1.2. Résultats économiques de la situation sans et avec aléas	108
4.2. Adoption de la variante 2 sur les échanges d'eau au niveau du tertiaire.....	109
4.2.1. Scénario d'évolution envisagé	109
4.2.2. Résultats économiques de la situation sans et avec échange d'eau.....	110
4.3. Adoption de la variante 3 sur la possibilité d'investissement dans une station de pompage au lieu d'achat de l'eau de surface	110
4.3.1. Scénario d'évolution envisagé	110
4.3.2. Les résultats économiques.....	111
4.3.2.1. Résultats économiques en prenant en considération l'achat de l'eau de surface.....	111
4.3.2.2. Résultats économiques en prenant en considération l'investissement dans un forage.....	112
4.4. Adoption de la variante 4 sur le rôle de revenu extérieur dans l'amélioration des résultats économiques des exploitations	113
4.4.1. Scénario d'évolution envisagé	113
4.4.2. Les résultats économiques obtenus	113
4.5. Adoption de la variante 5 sur l'intensification de l'élevage laitier.....	115
4.5.1. Scénario d'évolution envisagé	115
4.5.2. Résultats économiques de la situation actuelle et projetée.....	116
5. SYNTHESE DES RESULTATS ET DISCUSSION	119
5.1. Scénario S1 : Absence d'eau souterraine.....	119
5.2. Scénario S ₂ : Echanges d'eau entre agriculteurs	120
5.3. Scénario S ₃ : Investissement dans une station de pompage.....	121

5.4. Scénario S_4 : financement extérieur.....	122
5.5. Scénario S_5 : Intensification de l'élevage laitier.....	123
ANNEXES	142

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Superficie irriguée dans le périmètre de l'ORMVAT	32
Tableau 2 : Les infrastructures hydrauliques dans le périmètre du Tadla.....	33
Tableau 3 : Cultures pratiquées dans le périmètre du Tadla (campagne 2001/2002)	36
Tableau 4 : Caractéristiques des prises secondaires	44
Tableau 5 : Nombre des exploitations par bloc du tertiaire P13TD5B.	51
Tableau 6 : Superficie des exploitations du tertiaire P13TD5B selon les données de l'ORMVAT.....	54
Tableau 7 : Superficie des exploitations du tertiaire P13TD5B selon les enquêtes de terrain	55
Tableau 8 : Répartition de la propriété foncière	56
Tableau 9 : Superficie des parcelles hors tertiaire P13TD5B	56
Tableau 10 : Répartition de la propriété foncière en prenant en considération les parcelles partagées	56
Tableau 11 : La diversité remarquée chez l'agriculteur 2 quant à l'utilisation des ressources en eau	59
Tableau 12 : Evaluation de coût de main d'œuvre pour un hectare irrigué	67
Tableau 13 : L'association entre agriculteur dans l'exploitation d'un même forage	68
Tableau 14 : Volumes d'eau (en m ³) mensuellement distribués par l'Office pour les différents agriculteurs du tertiaire en prenant en considération les parcelles situées hors tertiaire	70
Tableau 15 : Volumes d'eau (en m ³) mensuellement pompés par les agriculteurs du tertiaire en prenant en considération les parcelles situées hors tertiaire.....	72
Tableau 16 : Ratio des volumes pompés par rapport aux dotations du réseau. (résultats d'enquêtes pour la campagne 2001/2002)	74
Tableau 17 : Le coût de creusement du forage et d'achat d'équipement d'une station de pompage pour l'exploitant AG3.	85
Tableau 18 : Superficie en hectare des différentes spéculations au niveau de cette exploitation.....	86
Tableau 19 : Production réalisée pour les différentes cultures (campagne 2001/2002)	86
Tableau 20 : Coût des opérations de travail du sol et de la récolte	87
Tableau 21 : Date et dose de semis par culture	87
Tableau 22 : Quantité et coût d'engrais utilisés pour chaque culture	87
Tableau 23 : Quantité et coût des produits phytosanitaires utilisés	88
Tableau 24 : Aliments pour les vaches laitières	89
Tableau 25 : Programme d'irrigation de blé tendre pour l'exploitation AG3	90
Tableau 26 : Programme d'irrigation de la luzerne pour l'exploitation AG3	91
Tableau 27 : Programme d'irrigation pour le bersim pour l'exploitation AG3	92
Tableau 28 : Taux d'intensification par strate	98
Tableau 29 : La marge brute globale selon le type d'accès à la ressource en eau	

(en Dh)	100
Tableau 30 : Changement de la marge brute globale en appliquant la variante 1.....	106
Tableau 31 : Changement de l'excédent brut de l'exploitation en appliquant la variante 1.....	107
Tableau 32 : Evolution de la marge brute globale avec et sans achat de l'eau.....	108
Tableau 33 : Le coût de creusement du forage et d'achat d'équipement d'une station de pompage pour l'exploitant AG5	109
Tableau 34 : La marge brute globale de l'exploitant AG5 en prenant en considération l'achat de l'eau de surface	109
Tableau 35 : L'évolution des indicateurs économiques de l'exploitant AG5 en prenant en considération l'investissement dans un forage	110
Tableau 36 : Changement de l'excédent brut de l'exploitation en appliquant la variante 2.....	112
Tableau 37 : Les agriculteurs choisis pour participer à la réalisation de projet (Achat des vaches laitières)	114
Tableau 38 : Pourcentage de changement de la MBG avant et après projet (Achat des vaches laitières)	116
Tableau 39 : Conséquence du choix stratégique (S_1) sur l'évolution des résultats économiques des exploitations	117
Tableau 40: Conséquence du choix stratégique (S_2) sur l'évolution des résultats économiques des exploitations	118
Tableau 41 : Conséquence du choix stratégique (S_3) sur l'évolution des résultats économiques des exploitations	119
Tableau 42 : Conséquence du choix stratégique (S_4) sur l'évolution des résultats économiques des exploitations	120
Tableau 43 : Conséquence du choix stratégique (S_5) sur l'évolution des résultats économiques des exploitations	121

LISTES DES FIGURES

Figure 1 : Interface de logiciel Olympe	21
Figure 2 : Carte du bassin versant de l'Oum Erbia.....	24
Figure 3 : Evolution de la pluviométrie annuelle (mm) de 1972 à 2002 observées à la station de OULED GNAOU.....	26
Figure 4 : Comparaison entre la moyenne des températures de la campagne 2001/2002 avec la moyenne des températures maximales et minimales entre 1971 et 2001 observées à la station CRAT.....	27
Figure 5 : Plan du réseau principal et secondaire du périmètre irrigué de Beni-Amir: Données Laboratoire SIG ORMVAT	34
Figure 6 : Evolution des principales cultures dans le périmètre irrigué du Tadla	37
Figure 7 : Schéma de la trame B.....	39
Figure 8 : Schéma de la trame A	40
Figure 9 : Schéma de fonctionnement de la Robta.....	41
Figure 10 : La densité des puits dans le sous périmètre irrigué du Tadla.....	45
Figure 11 : Situation géographique du tertiaire P13TD5B et des parcelles hors tertiaire	52
Figure 12 : Parcellaire dominé par le tertiaire P13TD5B selon les données de l'ORMVAT	53
Figure 13 : Evolution des principales cultures dans le tertiaire P13TD5B	57
Figure 14 : Bassin en béton pour la réception d'eau pompée	69
Figure 15 : Variation de la MBG par hectare en fonction de la taille de l'exploitation pour les agriculteurs utilisant les deux ressources en prenant en considération les parcelles hors tertiaire	99
Figure 16 : Variation de la MBG par hectare en fonction de la taille de l'exploitation pour les agriculteurs ayant accès unique à l'eau du réseau en prenant en considération les parcelles hors tertiaire.....	100
Figure 17 : Comparaison basée sur les indicateurs économiques entre la situation avec achat de le l'eau de surface et celle avec investissement dans une station de pompage.....	110
Figure 18 : Evolution de l'excédent brut de l'exploitation sans et en tenant compte du revenu extérieur	112
Figure 19 : Evolution de la marge brute globale de l'agriculteur 2 en appliquant le projet achat des vaches laitières	114
Figure 20 : Evolution de la marge brute globale de l'agriculteur 3 en appliquant le projet achat des vaches laitières	115
Figure 21 : Evolution de la marge brute globale de l'agriculteur 8 en appliquant le projet achat des vaches laitières	115
Figure 22 : Evolution de la marge brute globale de l'agriculteur 13 en appliquant le projet achat des vaches laitières	116

Liste des sigles et abréviations

AGEA	: Approche Globale l'Exploitation Agricole
CEMAGREF	: Centre de Recherche sur le Machinisme Agricole et le Génie Rural des Eaux et Forêts
CDA	: Centre de Développement Agricole
CGR	: Centre de Gestion des Réseaux
CIRAD	: Centre International de Coopération pour la Recherche Agronomique pour le Développement
CRAT	: Centre de Recherche Agroclimatique du Tadla
EBE	: Excédent Brut de l'Exploitation
FAO	: Food and Agriculture Organisation of the United Nations
GIS	: Géographic Information System
IAV	: Institut Agronomique et Vétérinaire
MBG	: Marge Brute Globale
MV1(2, 3)	: Mise en Valeur 1(2,3)
OCP	: Office Chérifien de Phosphate
ONEP	: Office National des Eaux Potables
ONG	: Organisations non Gouvernementales
ORMVAT	: Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Tadla
PNUE	: Programme des Nations Unies pour l'Environnement
PRAD	: Projet de Recherche Agronomique pour le Développement
PRFI	: Projet de Recherche Fédérateur Interne
SAU	: Superficie Agricole Utile
SIG	: Système d'Informations Géographiques
TVA	: Taxe sur la Valeur Ajoutée

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

1. INTRODUCTION ET PROBLEMATIQUE

Les ressources en eau au Maroc sont potentiellement limitées. La concurrence sur ces ressources ne cesse d'augmenter entre les différents secteurs utilisateurs, à savoir l'agriculture, l'eau potable et l'industrie. Le secteur agricole est appelé à utiliser l'eau d'irrigation à travers une valorisation raisonnée de cette ressource et, surtout, sa préservation pour les générations futures.

Au Maroc, les grands périmètres irrigués auront à jouer un rôle important pour une plus grande participation à la sécurité alimentaire. L'exploitation des périmètres irrigués devrait se faire tout en préservant le patrimoine productif comprenant aussi bien la terre, les réseaux de transport et de distribution de l'eau que le précieux facteur de production qu'est l'eau d'irrigation.

Cette étude s'intéresse au périmètre irrigué de Tadla qui s'étend sur une superficie de 124 000 ha dont la grande hydraulique occupe 108 000 ha subdivisé en deux sous-périmètres. Dans le contexte actuel de libéralisation, les principales cultures sont le blé tendre, les fourrages, la betterave à sucre, l'arboriculture fruitière et le maraîchage.

Le périmètre de Tadla connaît depuis quelques années une pénurie en eau de surface pour l'irrigation provoquant une surexploitation par pompage de la nappe souterraine, dont la qualité est jugée médiocre. En effet, la dotation à l'hectare irrigué est strictement limitée dans le sous périmètre de Beni-Amir, elle varie entre 2 à 3 h/ha. Elle ne permet pas aux agriculteurs de réussir leurs cultures. Ainsi, Ils se trouvent dans l'obligation d'exploiter les eaux souterraines, mais cette possibilité n'est pas à la portée de tous les exploitants. Certains d'entre eux sont restés dépendants de l'eau du réseau gérée par l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole.

L'exploitation de la nappe pour l'irrigation a suscité, par conséquent, un grand intérêt et l'utilisation conjuguée des eaux de surface et les eaux souterraines a pris une grande ampleur. Plusieurs questions se posent :

- Pourquoi les agriculteurs ont pris cette initiative d'exploiter les eaux de la nappe ?
- Comment se fait la gestion de l'eau à l'échelle de l'exploitation ?
- Comment se manifestent les différentes décisions prises par les agriculteurs quant au choix et à l'utilisation de la ressource en eau sur le bilan économique de l'exploitation ?

Pour répondre à ces différentes questions, un travail d'enquêtes a été effectué pour bien comprendre les stratégies de gestion de l'irrigation et ainsi de comprendre le fonctionnement des exploitations agricoles du périmètre.

Vu la libéralisation des assolements, l'eau du réseau dont la distribution est organisée par l'Office de Mise en Valeur Agricole selon le principe du tour d'eau n'arrive pas toujours à satisfaire pleinement les besoins des cultures. Pour pallier ce problème, les agriculteurs de la région ont pris l'initiative d'exploiter l'eau de la nappe en creusant des puits et des forages. Aujourd'hui on estime à 10 000 le nombre de puits privés sur le périmètre du Tadla.

A la différence du réseau de surface bien suivi par les services de l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Tadla, les volumes pompés dans la nappe demeurent, pour une large part, inconnus à l'échelle du périmètre. Cette nappe n'est donc pas gérée et des questions se posent sur sa durabilité, en termes de quantité mais également en qualité.

Cette question a déjà donné lieu à différents travaux depuis plusieurs années, notamment d'étudiants de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Les derniers travaux sont ceux de Thomas (2001), de Bacot (2001).

Nous tentons dans le cadre de ce travail de traiter la question suivante :

Comment se fait la gestion des ressources en eau de surface et souterraines à l'échelle d'un tertiaire d'irrigation et quels sont les facteurs et les déterminants qui conditionnent les règles de décisions des agriculteurs quant à l'utilisation de ces ressources ?

2. OBJECTIFS ET METHODOLOGIE

Ce travail doit grâce à l'exploitation des informations de l'ORMVAT et une série d'enquêtes auprès des agriculteurs répondre aux objectifs suivants :

- Déterminer les indicateurs qui conditionnent la prise de décision des agriculteurs dans la gestion des ressources en eau (de surface et souterraines);
- Elaborer une méthodologie d'enquête opérationnelle à l'échelle d'un tertiaire d'irrigation.
- Etudier l'impact des choix stratégiques des irriguants sur l'évolution des résultats économiques des exploitations agricoles.

L'étude est réalisée à l'échelle d'un tertiaire d'irrigation. Cette échelle est en effet accessible aux enquêtes d'une manière exhaustive. Un tertiaire est par ailleurs caractérisé par une unité de gestion hydraulique des eaux de surface et d'une relative homogénéité d'accès aux eaux de la nappe. Les différences de comportement vis-à-vis du recours à l'eau de surface ou à la nappe peuvent donc se justifier par d'autres critères, de nature socio-économique, qu'il s'agit d'identifier.

Les différentes étapes de la démarche méthodologique sont les suivantes :

- Collecte des données auprès de l'ORMVAT pour avoir une idée sur le fonctionnement du périmètre irrigué du Tadla et plus particulièrement des exploitations agricoles;

- Le choix d'un tertiaire d'irrigation selon des critères bien définis;
- Faire une cartographie du tertiaire choisi qui permet un premier contact avec les agriculteurs pour pouvoir identifier les propriétaires et les exploitations (superficie, nombre de puits et leur emplacement...);
- Approfondir la compréhension du fonctionnement des exploitations à travers :
 - * Le choix des exploitations qui ont concerné la typologie et qui vont être modélisées;
 - * Des enquêtes auprès des agriculteurs et des techniciens de l'ORMVAT selon les étapes suivantes :
 - Etablissement des fiches technico-économiques par culture avec les techniciens de l'Office en insistant surtout sur la partie consommation en eau des cultures. Cela permet d'avoir les ordres de grandeur sur la rentabilité des différentes cultures et sur les volumes consommés par hectare;
 - Constituer un groupe d'agriculteurs avec lesquels on valide et on adapte les éléments fournis par les techniciens de l'Office;
 - Faire une nouvelle réunion avec les agriculteurs pour faire les ajustements nécessaires.
 - * Utilisation du logiciel Olympe⁽¹⁾ qui permet de formaliser les réponses des agriculteurs par l'écriture de fiches d'itinéraires techniques et la reconstitution de la marge brute des exploitations.
 - * Orienter le dialogue avec les agriculteurs vers une tentative de construction des simulations et des scénarios potentiels.

⁽¹⁾ Simulateur d'aide à la décision pour l'orientation stratégique de l'exploitation agricole, à l'échelle individuelle ou dans une démarche collective. Il est développé par Attonaty (2001)

- A travers toutes les enquêtes et les questionnaires préétablies, élaborer un questionnaire simplifié qui peut être testé sur l'ensemble du tertiaire.

Au cours de notre travail, nous avons veillé à organiser des présentations de nos résultats (en particulier les fiches techniques élaborées sur Olympe) auprès de l'Office de Mise en Valeur Agricole et auprès des agriculteurs pour qu'ils puissent réagir au travail effectué.

L'étude s'inscrit dans le cadre de projet PRAD (projet de recherche agronomique pour le développement) entre l'IAV Hassan II représenté par le département de génie rural, le Cemagref et le Cirad.

L'objectif de ce projet étant d'évaluer l'impact d'une utilisation conjuguée des eaux de surface et des souterraines sur l'évolution des ressources en eau. Il devrait développer des outils d'aide à la gestion de l'irrigation pour l'ORMVAT et les agriculteurs.

PREMIERE PARTIE

**LA REVUE
BIBLIOGRAPHIQUE**

CHAPITRE 1 : GESTION ET UTILISATION DES RESSOURCES EN EAU

1. LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU DE SURFACE ET SOUTERRAINES

1.1. Gestion des ressources en eau

L'eau souterraine est une ressource extrêmement importante pour beaucoup de pays en développement. En Inde, par exemple, les puits tubulaires donnaient à la fin des années 80 plus de la moitié de l'eau utilisée sur la superficie irriguée nette (Crosson et Anderson, 1992). Du fait que la gestion des couches aquifères doit tenir compte de l'interaction complexe entre la société et l'environnement physique, elle pose des problèmes redoutables au stade de la conception des politiques. En présence de couches aquifères surexploitées, la gestion ou la réglementation doit répondre à deux catégories de choix collectifs. D'une part, pour ce qui est de gérer l'eau, les décisions se fondent sur :

- le taux annuel approprié de pompage;
- la distribution géographique du pompage;
- la possibilité de complément par les eaux superficielles;
- la possibilité de la recharge artificielle de la couche aquifère.

D'autre part, l'autre catégorie de décisions, à savoir coordonner le pompage, détermine:

- quelles doivent être les institutions et les politiques qui répartissent le taux d'extraction entre utilisateurs individuels potentiels et classes d'utilisateurs, et influencent les modalités de pompage;
- comment les règles qui limitent le pompage sont appliquées et leur respect surveillé.

L'exploitation des eaux souterraines est traditionnellement extensive et s'attache encore souvent à découvrir et à utiliser des ressources nouvelles. Cette exploitation doit devenir moins agressive pour les milieux naturels, plus économe, et à l'échelle du système aquifère, permettre la multiplication des utilisations en veillant à préserver la ressource, que ce soit dans son volume ou dans sa qualité. Le recours aux ressources nouvelles doit être concerté et doit tenir compte du droit des générations futures : la gestion doit intégrer le long terme (Le Bars et Poitrinal, 1998).

1.2. Les problèmes liés à la gestion des ressources en eau

Les problèmes de gestion de l'eau commencent dès que le volume pompé dépasse les possibilités de recharge naturelle. On observe alors en premier lieu un épuisement de plus en plus rapide des réserves d'eau souterraine et un accroissement en conséquence des coûts de pompage; l'intrusion d'eau de moindre qualité dans les couches que l'on exploite; des intrusions d'eau saline sous l'effet d'un pompage à trop fort débit à proximité des côtes; enfin, des dépôts minéralisés alternant avec des eaux de meilleure qualité (Gardner et al., 1990).

Dans une perspective générale, l'exploitation des couches aquifères peut provoquer, séparément ou simultanément, des dilemmes sociaux de deux types. D'une part, la surexploitation entre dans la catégorie des problèmes liés aux ressources, que l'on baptise souvent problèmes de «bien commun» (Gardner et al., 1990). Une ressource de bien commun se définit par deux caractéristiques :

- le principe de soustraction (ce qui signifie qu'une unité de ressource utilisée par un usager n'est plus disponible pour un autre);
- le coût élevé d'exclusion d'usagers potentiels de l'exploitation de cette ressource.

Les problèmes liés aux ressources de bien commun ont leur origine dans l'insuffisance du cadre économique et institutionnel dans lequel sont exploitées lesdites ressources (Young, 1993). Les ressources de bien commun sont classiquement utilisées dans une perspective de «libre accès», dans lequel elles sont exploitées selon des règles de capture. Quand personne n'est propriétaire de la ressource, les usagers ne sont

nullement incités à la conserver en prévision de l'avenir, et l'intérêt égoïste de l'individu porte celui-ci à la surexploitation. La question fondamentale posée par la gestion des ressources de bien commun est celle de la définition des institutions économiques qui gouvernent leur usage.

2. UTILISATION CONJUGUEE DES EAUX DE SURFACE ET DES EAUX SOUTERRAINES

2.1. Définition

L'utilisation conjuguée de l'eau de surface et de l'eau souterraine est définie comme étant la coordination de l'utilisation de l'eau de surface et de l'eau souterraine dans le temps et dans l'espace pour supplémenter les précipitations aléatoires et irrégulières (Paralta et al., 1990).

Actuellement, l'utilisation conjuguée est reconnue comme étant une stratégie significative pour l'utilisation optimale des ressources en eau régionales et/ou locales, particulièrement lorsque les demandes pour l'eau ne cessent d'augmenter alors que les ressources disponibles sont limitées (Pushapa et al., 1991). Aussi, à travers l'utilisation conjuguée des eaux de surface et des eaux souterraines, des ressources additionnelles peuvent être obtenues (Latif et al., 1991).

2.2. Avantages et contraintes des eaux souterraines par rapport aux eaux de surface

Plusieurs auteurs, pour relever les atouts de l'utilisation conjuguée de l'eau de surface et de l'eau souterraine, évoquent l'originalité des eaux souterraines caractérisées principalement par (Jack, 1990) :

- La possibilité d'une extension dans l'espace facilitant le captage des eaux au droit des points d'utilisation, ce qui n'est pas le cas de l'eau de surface;
- La réponse des eaux souterraines, à la différence des eaux superficielles, est moins sujette aux aléas climatiques, puisque l'eau souterraine, stockée au niveau de la nappe phréatique ou une nappe plus profonde, n'est pas directement soumise à

l'influence de facteurs climatiques, en l'occurrence la température qui stimule l'évaporation et la demande climatique;

- Les ouvrages de captage de l'eau souterraine occupent des espaces très réduits, et l'effort de leur réalisation est moins important que celui du captage des eaux superficielles. Par conséquent, les investissements, pour l'exploitation et l'accès à l'eau souterraine, sont réduits et peuvent être à la portée des petites collectivités et même des individus qu'ils ne le sont pour les eaux de surface. Toutefois, ceci n'est pas le cas, lorsqu'un programme de recharge artificielle de la nappe est envisagé (Flower, 1990).

Par ailleurs, Flower (1990) signale qu'une surexploitation de la nappe, qui, dans certaines situations, peut conduire par exemple à une intrusion d'eau salée, compromettrait ainsi la durabilité de l'utilisation conjuguée des eaux de surface et des eaux souterraines.

D'autres part, si l'investissement de base, pour l'exploitation de l'eau souterraine, est réduit par rapport à celui de surface, le coût d'exploitation du m³ d'eau souterraine quant à lui, est généralement supérieur, du fait qu'il est supporté individuellement par les agriculteurs. Par contre l'investissement pour l'ouvrage de captage de l'eau de surface fait profiter un grand nombre d'agriculteurs qui se trouvent à l'aval de l'ouvrage. Par conséquent, cette disparité des prix peut être selon Flower une contrainte financière à la réussite de programmes d'utilisation conjuguée, et à une gestion optimale des ressources en eau. Le même auteur ajoute que cette contrainte peut être réduite par un effort conscient d'équilibrer les prix des eaux souterraines et des eaux de surface, en donnant l'exemple du périmètre irrigué Santa Clara Valley (Californie) où le mètre cube d'eau d'irrigation, coûte le même prix pour l'agriculteur de pomper les eaux souterraines ou de recourir à l'eau de surface.

2.3. Gestion conjointe des eaux souterraines et des eaux superficielles

Dans la région méditerranéenne, la disponibilité en eau pour satisfaire la demande croissante des différents usagers est un problème stratégique qui nécessite la mise en place de politiques de gestion intégrée des ressources hydriques disponibles. Un des

éléments de ces politiques réside dans l'utilisation conjointe des eaux de surface et des eaux souterraines. Dans cette perspective, l'utilisation conjointe est abordée comme étant la gestion intégrée de ces deux composantes, ce qui permet de valoriser les potentialités complémentaires de chacune d'elles, et d'optimiser l'exploitation des ressources hydriques. Bien souvent l'utilisation conjointe a été préconisée et utilisée pour résoudre des problèmes d'approvisionnement saisonnier ou de qualité de l'eau, permettant ainsi de s'adapter à une croissance progressive de la demande, mais en outre l'utilisation conjointe peut apporter d'autres avantages, car elle constitue également une stratégie pour améliorer la gestion environnementale et l'efficacité économique des plans d'investissement en infrastructures. Ces caractéristiques ainsi que les investissements réduits qui sont nécessaires, font que l'utilisation conjointe soit très recommandable.

La gestion conjointe des ressources hydriques nécessite l'intégration de nombreuses variables et par conséquent les modèles de simulation constituent un outil très approprié pour atteindre cet objectif. Néanmoins, la diversité de situations et d'objectifs et les différences d'échelle font qu'il soit difficile de généraliser les modèles mis au point dans les différents pays.

3. LES PROBLEMES GENERES PAR UNE UTILISATION NON RAISONNEE DES RESSOURCES EN EAU

3.1. Salinité des eaux et du sol

La salinisation se produit sous l'effet combiné d'un mauvais drainage et d'un taux élevé d'évaporation, qui concentrent les sels dans les terres irriguées; le phénomène se produit principalement dans les régions arides ou semi-arides. Même une eau d'irrigation de bonne qualité contient une certaine quantité de sels en solution, et peut en abandonner plusieurs tonnes par hectare chaque année. A moins que ces sels ne soient entraînés par l'eau au-dessous de la couche dans laquelle plongent les racines, le sol devient salin. Plusieurs facteurs influencent la salinité, notamment la profondeur de la nappe phréatique, les caractéristiques capillaires du sol et les pratiques de conduite

de l'irrigation, notamment la quantité d'eau apportée en excès de l'évapotranspiration effective des plantes pour lessiver les sels (Young et Horner, 1986).

Concernant le périmètre irrigué du Tadla, il se trouve actuellement affecté par la salinité des eaux souterraines, principalement à l'aval hydraulique des périmètres des Béni- Amir et des Beni-Moussa ainsi qu'au droit des zones à problème de remontée de la nappe. La qualité chimique des eaux souterraines du périmètre présente une très grande irrégularité du taux de salure qui varie de moins de 0,5 g/l dans les Béni-Moussa Est à plus de 4g/l dans les Beni-Moussa de l'Ouest et les Beni-Amir (Benhida, 1998).

3.2. La surexploitation des ressources en eau souterraines : le problème le plus difficile à résoudre !

La surexploitation des nappes est un problème très préoccupant tant par son ampleur que par les difficultés qu'a l'administration à faire respecter la réglementation et par ses capacités à enrayer le phénomène.

La qualité des eaux souterraines se dégrade au fur et à mesure de leur exploitation et surtout de leur surexploitation. La désalinisation deviendra de plus en plus une nécessité.

Les conséquences de la surexploitation mettent un certain temps à être perçues car le stock disponible d'eau dans les aquifères représente en général plusieurs fois les apports. Aussi, il est difficile de sensibiliser les exploitants aux risques qu'ils encourrent et qu'ils font encourir à l'ensemble des autres exploitants d'un même aquifère. A terme, les surexploitations vont conduire à un abaissement des niveaux piézométriques et inexorablement à un tarissement des puits ou des forages ou précédemment à une salification des eaux due à des intrusions marines pour les aquifères côtiers ou au déplacement du front salin à proximité des chotts. Certes, les années excédentaires arrivent à rétablir les équilibres pour certaines nappes, mais il faut craindre les phénomènes de dégradation irréversibles.

Les rythmes d'implantation des moyens d'exhaure et d'accroissement des volumes pompés conduisent à prévoir un développement rapide de la surexploitation et de ses conséquences.

CHAPITRE 2 : AIDE A LA DECISION DES AGRICULTEURS

1. DEFINITION DES EXPLOITATIONS AGRICOLES FAMILIALES

La plupart des exploitations agricoles de périmètre irrigué du Tadla sont des exploitations familiales. Une exploitation agricole familiale présente un ensemble des spécificités au niveau de sa structure, son fonctionnement, sa stratégie et ses résultats. Le caractère familial fait que les objectifs de l'exploitation agricole dépendront fortement des objectifs familiaux : "Il s'agit de l'expression par certains membres de la famille d'un ensemble d'orientations de pressions, d'aspirations qui sont formulées à propos du fonctionnement de l'exploitation et qui ont une certaine permanence dans le temps" (Bonneviale et al., 1989). Une exploitation agricole est aussi une famille avec des caractéristiques particulières (dimension, âge, ...) dont le projet, plus ou moins explicite, commande, explique les orientations du système de production (Roux, 1986).

2. LE FONCTIONNEMENT DE L'EXPLOITATION AGRICOLE

2.1. Définition du fonctionnement l'exploitation agricole

Sébillotte (1994) a proposé de définir le fonctionnement de l'exploitation à partir des décisions des agriculteurs et des flux. Il a défini ce fonctionnement:

- par l'enchaînement de prises de décisions dans un ensemble de contraintes en vue d'atteindre un (ou plusieurs) objectif(s) en mobilisant des moyens;
- par les flux divers (matière, monnaie, information, travail au sein de l'exploitation, comme entre elle et l'extérieur) pour aboutir à des productions et donc à un revenu (Sébillotte, 1979).

Pour Deffontaines et Petit (Deffontaines et Petit, 1985), le fonctionnement est " le jeu, à un moment donné, des principales interrelations caractérisant l'exploitation vue comme un système ". Cette notion inclut le choix du système de production, l'organisation du travail, l'utilisation des équipements, les achats et les ventes.

2.2. Etude du fonctionnement de l'exploitation agricole

Une méthode qui débouche sur la formalisation d'un diagnostic du fonctionnement de l'exploitation agricole a été proposée par Bonnevialle, Jussiau et Marshall (1989) : Il s'agit de "l'Approche Globale de l'Exploitation Agricole" (ou AGEA), qui est l'étude d'un complexe de décisions et d'actions et qui sont le fait de personnes - individus ou groupes - agissant dans un environnement en vue de satisfaire les finalités fixées à cette exploitation.

Cette approche est sous-tendue par deux démarches de compréhension qui s'éclairent mutuellement :

- l'une est centrée sur l'exploitation vue comme un système, c'est à dire l'exploitation n'est pas la juxtaposition de processus productifs, mais un système organisé, aux multiples interactions, finalisé par le projet d'un groupe;
- l'autre est centrée sur les décisions de l'agriculteur et de sa famille dont on postule la cohérence et qui sont analysées à partir de:

- * la notion de projet: ensemble d'objectifs plus ou moins conscients, hiérarchisés et contradictoires. (Les contradictions éventuelles dans les objectifs et les décisions font partie du fonctionnement du système, il s'agit de les approfondir et de les expliquer);

- * la notion de situation : ensemble des atouts et des contraintes par rapport aux objectifs qui conditionnent les décisions et qui sont issus des facteurs de production, de l'environnement, de l'histoire et de la situation familiale.

La combinaison des deux démarches permet l'analyse du fonctionnement de l'exploitation agricole (Bonnevialle et al., 1989).

3. L'EXPLOITATION AGRICOLE ET LA NOTION DE SYSTEME

L'exploitation agricole est considérée comme un assemblage des différents sous-systèmes dans un environnement économique et social. Il s'agit d'étudier les interactions mutuelles de ces systèmes leurs capacités de régulation et les blocages auxquels ils peuvent conduire (Bourgeois et Sebillotte, 1978), en tenant en compte le projet du groupe familial, la diversité des objectifs de l'agriculteur et sa vision de la situation.

Ainsi, l'exploitation agricole est un système complexe composé de sous systèmes liés à la nature de ses internes et en relation avec le système de son environnement extérieur (Guichard et Michaud, 1994). Système de production, système fourrager, système de culture, système agraire, système de pratiques sont des concepts forgés par les chercheurs pour mieux appréhender le fonctionnement de l'exploitation. (Gras et al., 1989)

3.1. Système de production

Selon Paul et al. (1994), le système de production d'une exploitation agricole familiale est « la confrontation des objectifs de la famille d'une part, et de l'appareil de production dont elle dispose d'autre part ». Ce système de production révèle « la perception qu'a l'agriculteur de l'environnement socio-économique et du milieu physique au sein desquels il est plongé. Le système de production apparaît ainsi comme étant le domaine de cohérence » (Paul et al., 1994).

Dans l'exploitation agricole, le système de culture et l'élevage, le système fourrager, le système des pratiques sont des sous-systèmes de production. D'un point de vue agronomique, deux concepts sont essentiels pour rendre compte du fonctionnement annuel du système de production, ce sont :

- L'assolement : C'est la répartition des cultures sur les terres de l'exploitation, quels que soient les systèmes de culture qui les conduisent;
- Le calendrier des travaux : C'est la répartition des tâches et de l'emploi des intrants au long de l'année, quelles que soient les pratiques utilisées. L'établissement du calendrier des travaux utilise la notion de jours disponibles, qui est fonction du climat et des pratiques.

La gestion du système de production inclut les prévisions sur l'assolement, le calendrier des travaux et le fonctionnement microéconomique. Le système de production est piloté par les objectifs socio-économiques de l'exploitant et l'analyse des résultats passés (Gras et al., 1989).

3.2. Système irrigué

Le système irrigué suppose une structure organisée d'aménagements hydrauliques (source d'eau, réseau d'adduction, aménagement en blocs hydrauliques), qui constitue le périmètre irrigué.

MOLLE et RUF (1994) définissent ici une série de notions relatives à la mise en place du périmètre et à son exploitation :

- La structure et les frontières

Un système irrigué comprend le périmètre physique (les infrastructures de captage, de distribution de l'eau, les terres d'application), le groupe humain qui en dépend (les paysans, les aiguadiers, les administrateurs, les commerciaux), ses institutions et ses moyens de production.

- Le fonctionnement

Le système obéit aux règles de fonctionnement des installations hydrauliques et les activités agricoles : la gestion de l'eau, des terres, du travail, de l'équipement, des financements (crédit) et de la commercialisation des marchandises.

- **L'environnement**

Le système est influencé voir contraint par un environnement physique en amont (les ressources captées) ou en aval (les possibilités de drainage), et par un environnement humain (les paramètres économiques, les flux démographiques, l'information, le contexte politique).

- **Les finalités**

La fonction première du périmètre irrigué est agronomique : il apporte l'eau au moment et à l'endroit où elle manque. Mais il a aussi une fonction sociale : il répond aux attentes individuelles et collectives en fonction des jeux de pouvoir qui régulent les groupes sociaux concernés.

- **Les transformations**

La dynamique propre -sociale et physique- du périmètre et les perturbations issues de son environnement entraînent une évolution continue du système irrigué et conduisent parfois à des crises.

4. MODELISATION DES EXPLOITATIONS AGRICOLES

La modélisation est un moyen pour appréhender les mutations d'une réalité quelconque quitte à la façonner pour simplifier, analyser et interagir.

Le modèle est défini comme " un objet abstrait, présenté sous une forme compréhensible, utilisé pour représenter une situation réelle, un système... C'est en fait

une méthode pour traiter de l'information et fournir la manière de l'utiliser "(Attonaty et al., 1989)

L'étude des exploitations agricoles dans leur fonctionnement global implique de connaître leurs différents niveaux d'organisation (la région, le village, l'exploitation agricole, les parcelles). Une exploitation agricole est un système dont la modélisation repose sur la représentation synthétique d'un ensemble complexe dont le fonctionnement résulte des relations qui s'établissent entre les éléments de cet ensemble (Jouve P., 1992).

La modélisation de l'exploitation agricole relève alors d'une approche globale qui vise à rendre compte d'un fonctionnement défini comme "un enchaînement de prises de décisions dans un ensemble de contraintes, en vue d'atteindre un ou plusieurs objectifs qui régissent des processus de production et que l'on peut caractériser par des flux divers au sein de l'exploitation, d'une part, entre elle et l'extérieur, d'autre part" (Capillon et Sebillotte, 1980).

La simulation consiste à mettre en œuvre des modèles dans des conditions variées, pour tenter d'explorer leurs possibilités, leurs défaillances, et éventuellement découvrir telle ou telle trajectoire comportementale encore inconnue (Chatelin, et Poussin, 1991).

5. OUTIL D'AIDE A LA DECISION : OLYMPE LOGICIEL DE MODELISATION

5.1. Les décisions et stratégies des agriculteurs

5.1.1. Qu'est ce qu'une décision ?

La décision marque "la fin de la délibération dans l'acte volontaire de faire ou de ne pas faire". La décision est l'aboutissement d'un processus plus ou moins long, le plus souvent parsemé d'hésitation, de choix et de rétraction (Zoller et Beguin, 1992).

Repris par Girard en 1995, Courbon considère la décision comme "un processus cyclique en équilibre dynamique entre environnement et intelligence de l'organisation d'une part, système de contrôle et de pilotage d'autre part, ces deux derniers étant quant à eux maîtrisés par l'intelligence de l'organisation".

5.1.2. La diversité des processus de décision

La diversité des comportements entre les différentes exploitations agricoles peut être vue comme le fruit de différences dans la volonté ou la capacité à préciser les actions à entreprendre au niveau de l'exploitation.

Au niveau du processus décisionnel, nous pouvons distinguer deux types de décisions : les décisions tactiques et les décisions stratégiques.

- Les décisions tactiques

Ce sont des décisions qui n'engagent qu'à court terme le fonctionnement de l'exploitation. Ces décisions permettent à l'agriculteur d'ajuster la conduite de son système de production afin de l'adapter à sa situation présente et aux événements aléatoires. On peut noter par exemple, le choix de l'engrais, le choix du produit phytosanitaire, le choix du jour de semis, etc.

Toutes ces décisions, d'apparence technique, entraînent des choix économiques et ont une influence sur les résultats en fin de campagne. Elles ont souvent un rôle fondamental car elles conditionnent la réussite ou non du projet.

- Les décisions stratégiques

Ce sont des décisions qui engagent à moyen et long terme le fonctionnement de l'exploitation en déterminant les caractéristiques générales de son système de production. Il convient de remarquer que des décisions à court terme peuvent se révéler stratégiques dans la mesure où elles engagent le moyen terme.

Elles engendrent souvent des conséquences importantes sur le devenir et l'évolution des résultats économiques et financiers de l'exploitation. On peut citer par exemple:

- * les décisions d'investissement en matériel et en bâtiments;
- * la décision d'introduction d'une nouvelle culture;
- * la décision de mettre en œuvre une autre technique de production.

Tout au long de l'année alternent ainsi des phases au cours desquelles l'exploitant est surtout mobilisé par des décisions ayant trait au devenir de l'entreprise (questions stratégiques), et d'autres au cours desquelles il privilégie son fonctionnement opérationnel (questions tactiques).

Tant que notre étude porte sur les stratégies des agriculteurs, il est intéressant de définir le concept de stratégie.

5.1.3. Le concept de stratégie

La stratégie est l'ensemble des décisions prises en fonction d'hypothèses de comportements des personnes intéressées dans une conjoncture déterminée.

Pour l'agriculteur, avoir une stratégie, c'est avoir la capacité de prendre des décisions cohérentes, dans un contexte d'incertitude en fonction d'objectifs propres.

Marchesnay M. (1991) a indiqué que la stratégie étant " constituée par l'ensemble des décisions ayant des implications à long terme, prises par l'entreprise en fonction de son environnement ". Ainsi la stratégie se distingue de la politique générale qui ne considère que le choix des décisions de long terme et de la tactique, qui ne considère que les actions de court terme en fonction de l'environnement.

Marchesnay M. (1993) a ensuite proposé une définition plus synthétique de la stratégie. C'est " l'ensemble constitué par les réflexions, les décisions, les actions ayant pour objet de déterminer les buts généraux, puis les objectifs, de fixer le choix des moyens pour réaliser ces buts, de mettre en œuvre les actions et les activités en conséquence, de contrôler les performances attachées à cette exécution et à la réalisation des buts ".

5.2. Olympe outil d'aide à la décision

5.2.1. Des enquêtes de terrain

Il s'agit d'effectuer des enquêtes sur les différents acteurs ou types d'acteurs ainsi que la collecte des données sur leur environnement socio-économique.

Le programme au niveau de la représentation des acteurs agricoles se décompose en trois parties :

- Une partie de définition générale qui permet de clarifier les variables en matière de charges et produits afférents à l'activité agricole dans la région suivant différents itinéraires techniques;
- Une partie de définition des exploitations agricoles. Chaque exploitation est repérée par un titre et une zone à laquelle elle appartient. Son activité est identifiée, par campagne agricole, à partir de l'occupation du sol, du verger, de la composition du cheptel, des charges fixes, des recettes et des dépenses diverses. Cette fonction permet aussi de déterminer la représentativité de chaque exploitation dans sa région;
- Et une partie des "aléas" qui jouent un double rôle en permettant de caler les exploitations ainsi définies et de représenter les différents scénarios de simulation. En effet, les exploitations ne produisent pas au même coût, au même rendement, et avec la même fonction de pilotage. Cette fonction va nous permettre de traduire cette diversification en pourcentage par rapport aux normes déjà définies dans la base de données. En affectant à chaque exploitation ses propres pourcentages, nous allons pouvoir nous rapprocher de ses résultats réels (Legrusse, 2001).

5.2.2. La constitution d'un modèle de simulation du territoire

Ce modèle sera à la fois une base de données sur les systèmes et un outil de simulation (à partir d'un modèle générique régional : **Olympe**, Attonaty, INRA, Paris Grignon).

5.2.2.1. Définition et intérêt du modèle

Le logiciel Olympe est un simulateur d'aide à la décision pour l'orientation stratégique de l'exploitation agricole, à l'échelle individuelle, et/ou dans une démarche collective.

L'intérêt de Olympe se trouve dans sa rapidité à explorer différentes variantes qui permettent de tester la viabilité d'un projet.

5.2.2.2. Présentation du logiciel

Le logiciel Olympe se présente comme suit (cf. figure 1) :

- **Les données générales** qui se composent des systèmes d'unités (unités, TVA);
- **Définition des éléments** qui se découpent en quatre éléments : ateliers, entreprise, famille, et divers;
- **Ateliers** où l'on trouve les productions (cultures, animaux, pérennes; pluriannuelles);
- **Agriculteurs** : cette rubrique permet d'introduire les agriculteurs en cours d'exercice;
- **Ensemble** : va correspondre à un groupe d'agriculteurs qui présente la même typologie. On peut avoir plusieurs ensembles d'agriculteurs;

- **Aléas** où l'on peut représenter les différents scénarios d'évolution.

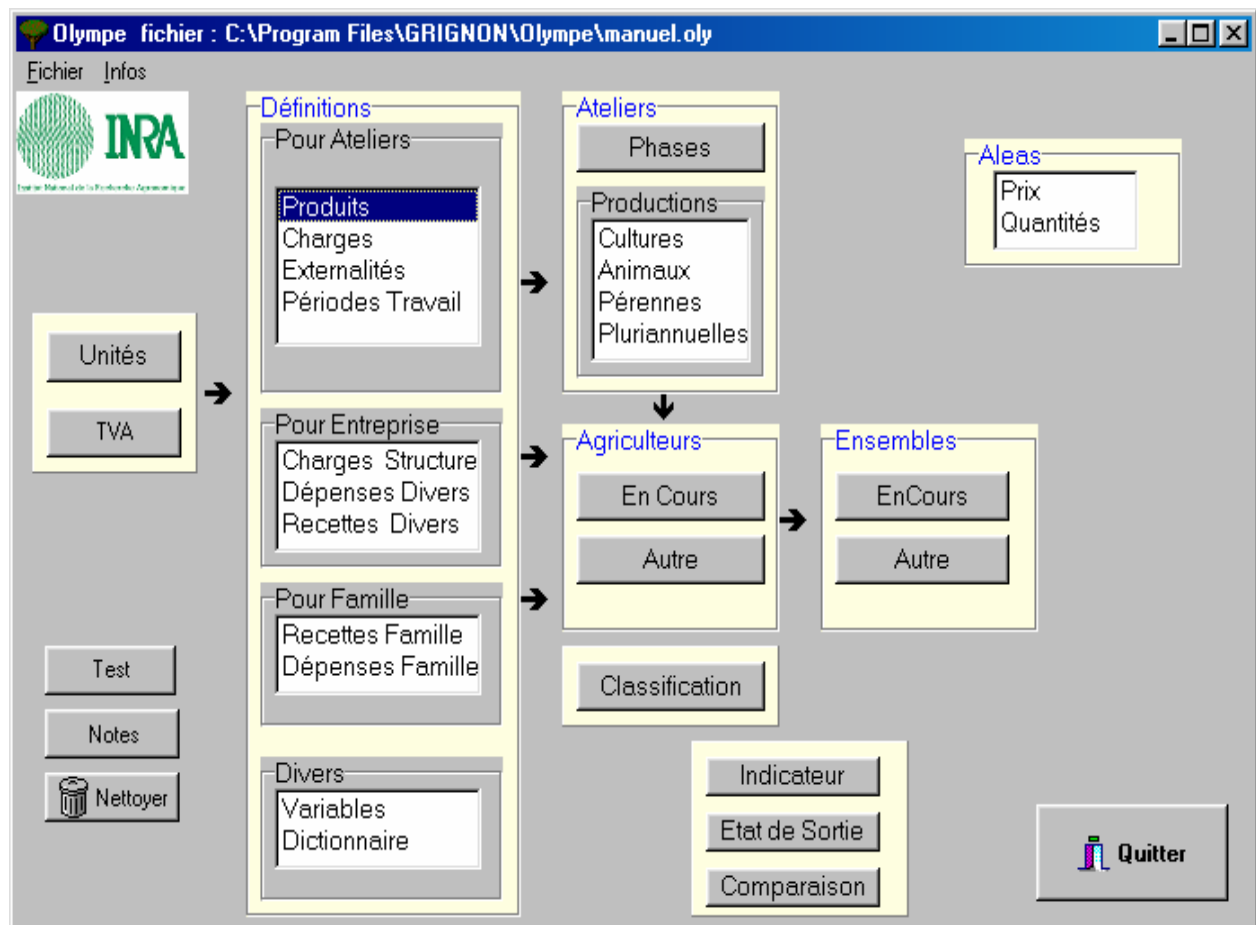


Figure 1 : Interface de logiciel Olympe

5.2.2.3. Fonctions

Olympe rassemble sous le terme de simulation de nombreuses fonctionnalités :

Probablement, la plus importante est la création de variante à partir d'un projet de base.

L'évaluation des conséquences d'un nouvel investissement, de la suppression ou d'ajout d'un atelier de production, d'un changement d'un calendrier cultural, d'un changement de technique, ...

L'intégration dans la simulation des risques et l'évaluation des conséquences d'évènements possibles, qu'on appelle **aléas** qui sont intérieurs ou extérieurs à

l'entreprise, sur les résultats du projet (évolution des prix, aléas climatiques, évolutions des marchés).

L'utilisation d'Olympe comme un simulateur est adapté à l'échelle régionale, par conséquent, doit permettre une modélisation agrégée des systèmes agricoles dans une approche globale au niveau du territoire.

Le simulateur agit comme un révélateur de l'impact des changements mais ne permet pas de comprendre les règles de gestion des acteurs et d'anticiper leurs réactions face à des modifications d'éléments liés à leur environnement. Pour modéliser le fonctionnement complet du système, il est impératif de comprendre et formaliser les règles de décision des acteurs ainsi que les lois qui régissent ces règles.

5.2.3. Calage des paramètres du modèle

Il s'agit de caler les paramètres (marge brute, solde de la trésorerie et les autres résultats économiques) du modèle pour l'adapter aux situations types. En effet, l'acquisition des données d'entrée du modèle repose sur des entretiens avec les agriculteurs sur des données mesurées. Les paramètres de calage utilisés sont des valeurs moyennes lors de cet entretien. Lors du calage, le premier travail consiste à faire tourner le modèle avec les données et de comparer les simulations avec la campagne réelle.

Pour le calage soit correct, il ne faut pas dépasser un pourcentage d'erreur d'environ 5 à 10 % entre les résultats observés et simulés.

5.2.4. La simulation des scénarios

Cette simulation est réalisée pour développer le dialogue entre les différents acteurs et faciliter l'émergence de nouvelles solutions.

Les simulations permettent donc de tester les impacts en terme de flux des décisions des différents acteurs. Ces analyses d'impacts définissent alors le champ du possible et font émerger les éléments de négociation. Le simulateur agit comme un révélateur de

l'impact de changements mais ne permet pas de comprendre les règles de gestion des acteurs et d'anticiper leurs réactions face à des modifications de facteurs de leur environnement. Pour modéliser le fonctionnement complet du système il est impératif de comprendre et formaliser les règles de décision des acteurs ainsi que les lois de changement des règles.

La mise en œuvre de jeu d'acteurs nous donne la possibilité de faire émerger les comportements, les coalitions envisageables et, également, d'anticiper les situations conflictuelles (Legrusse, 2001)

CHAPITRE 3 : MONOGRAPHIE DE LA REGION

1. SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA PLAINE

La plaine du Tadla se situe à 200 Km au Sud-est de Casablanca, à une altitude moyenne de 400 m et couvre une superficie d'environ 3600 Km². Cette plaine forme un contraste saisissant avec la chaîne de l'Atlas au Sud. Elle est limitée au Nord par le plateau des phosphates. A l'Est la plaine se rétrécit en coin entre le plateau de Oued Zem et la retombée atlasique. A l'Ouest, le cours de l'Oued El Abid en constitue la limite régionale (cf. figure 2). Cette vaste plaine ne présente aucun relief, sa topographie est généralement régulière sauf le long des Oueds Oum Rbiâ, l'un des plus importants fleuves du pays, partageant la plaine en deux régions hydrauliquement indépendantes :

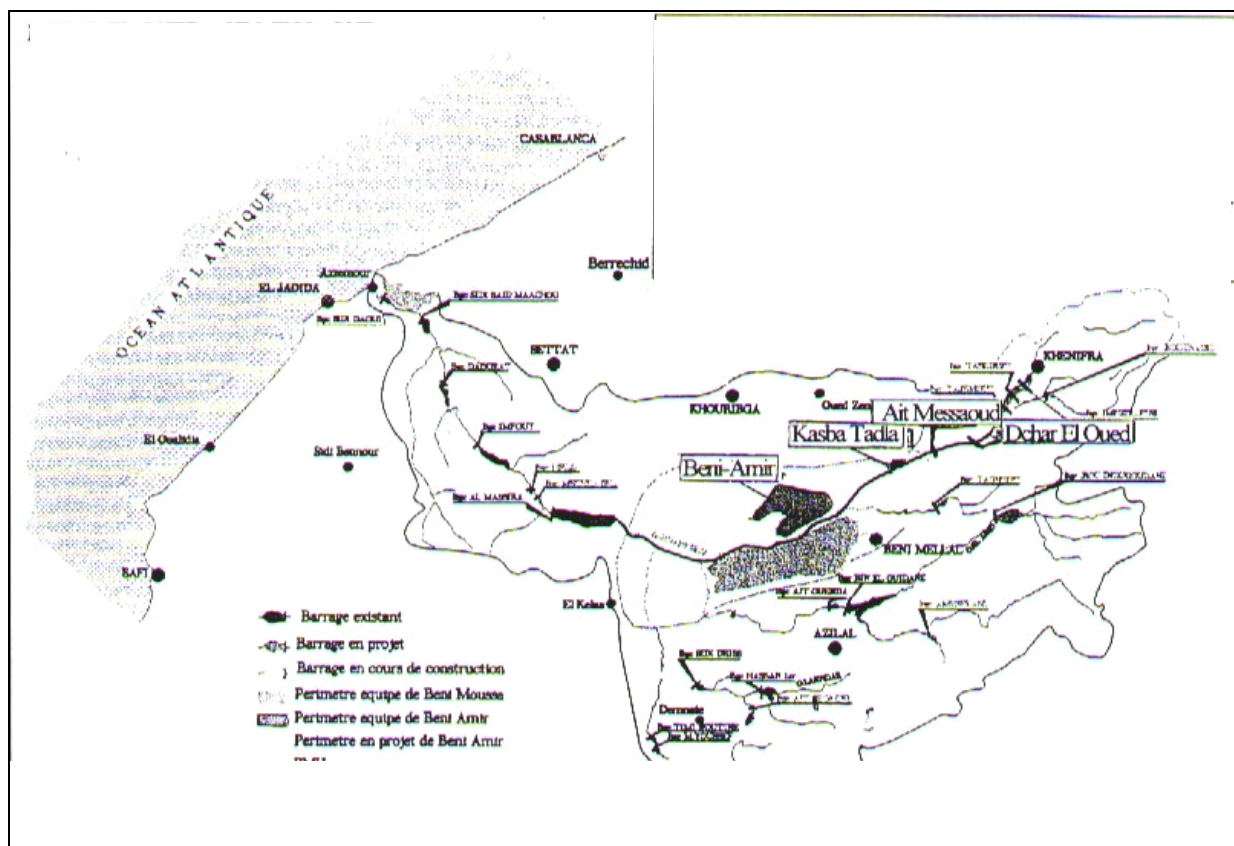


Figure 2 : Carte du Bassin versant de l'Oum Erbiâ

- Les Beni-Amir en rive droite d'une superficie irrigable de 35 000 ha dont 27 500 ha irrigués, actuellement, par le barrage Ahmed El Hansali.
- Les Beni-Moussa en rive gauche d'une superficie de 69 500 ha complètement irrigués par les eaux régularisées du barrage Bin El-Ouidane;

2. CONTEXTE CLIMATIQUE

La plaine du Tadla est caractérisée par un climat de type méditerranéen aride à semi-aride avec un caractère continental marqué par un hiver froid et humide et un été chaud et sec.

2.1. Pluviométrie

La pluviométrie est répartie irrégulièrement dans le temps et dans l'espace. La zone du piedmont est relativement bien arrosée, ailleurs on observe une diminution des précipitations d'Est en Ouest et de l'Atlas vers l'Oum Rbia, passant d'une moyenne annuelle de 560 mm à Beni Mellal à 329 mm à Dar-Ould-Zidouh.

L'hiver est caractérisé par des précipitations irrégulièrement réparties, avec prédominance en décembre-janvier atteignant parfois des intensités très élevées. Les pluies sont fréquemment groupées durant quelques jours par mois et ne dépassent guère 55 jours par an. En juillet, les précipitations sont nulles, en août se développent sur l'Atlas des formations orageuses atteignent rarement la plaine. Il est souvent arrivé qu'aucune précipitation n'ait lieu jusqu'à fin septembre parfois même jusqu'à fin octobre.

En terme de la pluviométrie annuelle, la figure 3 donne la moyenne des précipitations entre 1972 et 2002 étant de 313 mm.

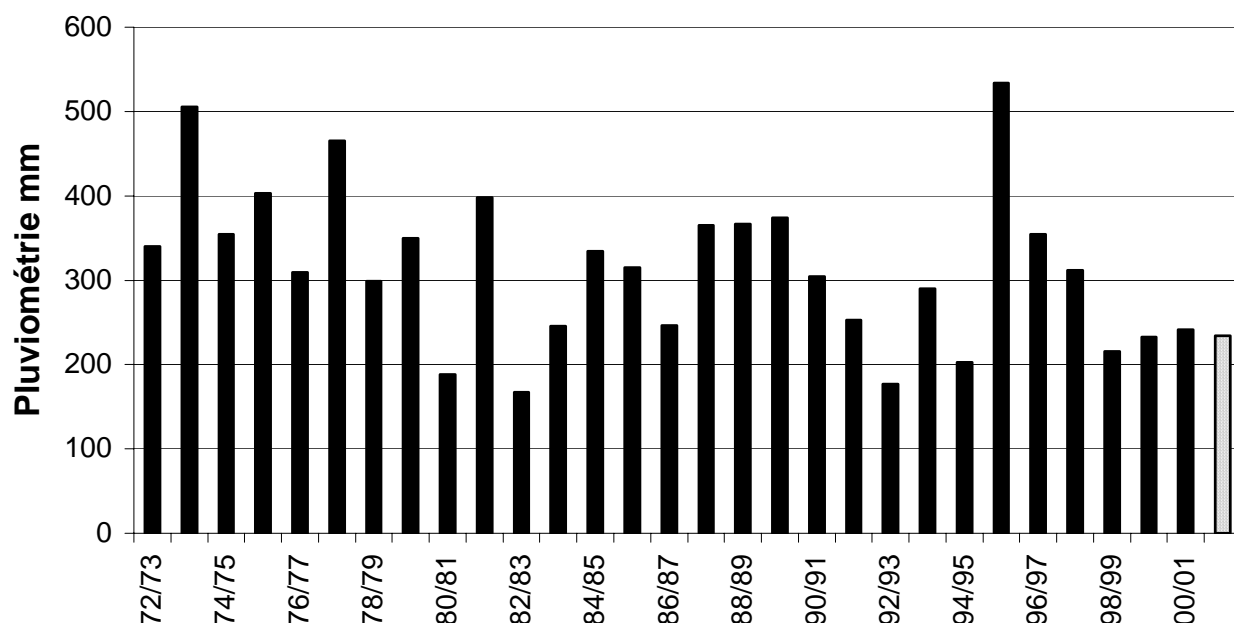


Figure 3 : Evolution de la pluviométrie annuelle (mm) de 1972 à 2002 observées à la station de OULED GNAOU.

2.2. Température

Les températures connaissent de très importantes variations saisonnières. Les températures moyennes annuelles varient spatialement de 18 à 20 °C. Les températures minimales peuvent atteindre 0 à 5°C en hivers alors que les maxima d'été se situent entre 38 et 42°C. Les amplitudes journalières peuvent dépasser 20°C. Un léger gradient de température est enregistré du Sud au Nord.

On constate d'après la figure 4 que les températures de la campagne 2001/2002 sont dans la normale si on les compare aux températures moyennes maximales et moyennes minimales sur une série de 40 ans.

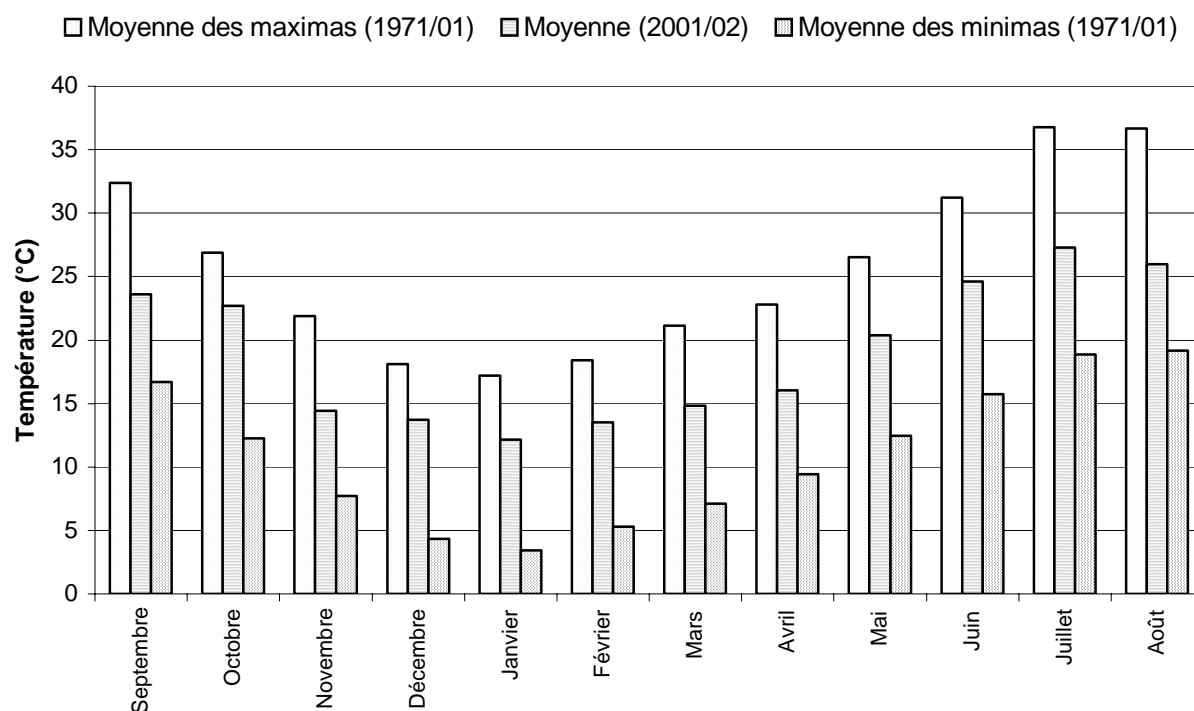


Figure 4 : Comparaison entre la moyenne des températures de la campagne 2001/2002 avec la moyenne des températures maximales et minimales entre 1971 et 2001 observées à la station CRAT.

2.3. Evapotranspiration

L'évaporation annuelle moyenne est de 1 796 mm et varie entre 1 500 mm et 2 000 mm. La moyenne mensuelle présente un minimum en décembre (56 mm) et un maximum en août (307 mm).

3. CONTEXTE PEDOLOGIQUE

Dans le périmètre du Tadla, on distingue cinq types de sols. Les sols isohumiques, les sols calcimagnésiques, les sols à sesquioxides de fer, les sols hydromorphes et les sols peu évolués et complexes. Nous en présentons ici ces principaux types ainsi que leurs caractéristiques. (Jebbour, 1995)

3.1. Les sols isohumiques

Ce sont les sols les plus représentés et on y distingue trois sous ensembles :

- Les sols subtropicaux salins et/ou alcalins

Il s'agit de sols profonds ou moyennement profonds avec des teneurs en calcaire élevées en surface. Ils reposent sur une dalle épaisse, et ont généralement une réserve utile entre 135 et 250 mm avec une texture argileuse à limono-argileuse.

- Les sols bruns subtropicaux modaux

Sous ce nom regroupé des sols profonds à réserve utile de plus de 90 mm, à texture argileuse. Ils présentent par endroit un gradient calcaire en profondeur. Ils reposent sur une dalle calcaire dure.

- Les sols châtaîns modaux

Ce sont des sols isohumiques à faible teneur en calcaire, ayant une réserve utile entre 100 et 200 mm. Ce sont également des sols profonds.

3.2. Les sols calcimagnésiques

Ce sont des sols peu profonds, à faible réserve utile (50 à 90 mm). Ils sont calcaires et caillouteux, parfois riches en phosphores et en potassium.

3.3. Les sols à sesquioxydes de fer

Ce sont des sols moyennement profonds, graveleux et à caractère isohumiques. Ils sont caractérisés principalement par la présence dans les couches profondes d'argiles rouges à silex. Ils sont généralement riches en phosphore assimilable avec une réserve utile autour de 130 mm.

3.4. Les sols hydromorphes

Ce sont les sols profonds, peu graveleux situés généralement en zones de cuvettes ou bas-fonds. On a dans ces sols une accumulation des sels dans le profil. La productivité de ces sols est très faible.

3.5. Les sols peu évolués et complexes

Ils se rencontrent en montagne et aux voisinages de l'oued Oum Er Rbiâ. Ils sont soumis à des fortes érosions éoliennes et hydriques, à cause du relief accidenté des sites où on les retrouve. Ce sont des sols squelettiques, avec un affleurement rocheux en surface.

4. LES RESSOURCES EN EAU

4.1. Les eaux de surface

L'hydrographie de Tadla se caractérise principalement par la présence de l'oued Oum Rbiâ qui traverse la plaine sur une longueur de 160 Km auquel s'ajoutent ses principaux affluents oued Derna et Oued El Abid. La rive gauche de l'Oum Rbiâ est caractérisée par un réseau hydrographique mieux organisé par contre sur la rive droite, la structure géomorphologique du terrain ne permet pas la croissance d'un réseau hydrographique développé.

Le débit moyen annuel de l'Oum Rbiâ est de 35 m³/s avec un maximum journalier moyen de 1700 m³/s et un minimum journalier moyen de 8 m³/s. Les eaux dérivées par le barrage de Kasbat Tadla assurent l'irrigation du périmètre des Béni- Amir.

Concernant oued El Abid, il présente un débit moyen annuel de 32 m³/s avec un minimum journalier moyen de 10 m³/s et un maximum moyen journalier de 77 m³/s (Zaz, 1996). Les eaux de cet affluent sont régularisées par le barrage Bin El Ouidane d'une capacité de 1500 Mm³ et qui assure l'irrigation du périmètre des Béni-Moussa.

4.2. Les eaux souterraines

4.2.1. La nappe du Mio-plio-quaternaire

Elle constitue la nappe phréatique du Tadla. Elle se compose de deux nappes séparées par l'Oum Rbiâ : nappe des beni-Amir et nappe des Beni-Moussa.

- Nappe de Beni-Amir

Le plio-quaternaire dans lequel circule la nappe est constitué généralement par une alternance de marne argileuse, de marno-calcaire, de calcaire lacustre et de conglomérats. Cette hétérogénéité des terrains engendre aussi une variabilité des caractéristiques hydrodynamiques de cet aquifère. Ainsi, on constate que cette nappe est en réalité un complexe multicouche pour laquelle des valeurs moyennes ont été considérées pour la transmissivité et le coefficient d'emmagasinement.

Au niveau du périmètre irrigué, l'écoulement général de la nappe se fait du Nord-Est vers le Sud-Ouest, il est quasi-parallèle à l'Oum Er-Rbia avec un gradient hydraulique moyen compris entre 2.5% et 3.5% .

L'allure des isopièzes de la nappe tend à indiquer qu'une partie de l'écoulement de la nappe à proximité de l'Oued Oum Er-Rbia est drainée par ce dernier mais la présence de failles sub-parallèles à l'écoulement semble jouer un rôle d'écrans imperméables qui s'opposeraient à tout drainage d'importance notable vers l'oued Oum Er-Rbia.

Au centre du périmètre irrigué, les valeurs des transmissivités sont généralement de l'ordre de 10^{-2} m²/s et peuvent dépasser parfois 10^{-1} m²/s au Sud de Fquih ben Salah.

Le long de l'Oum Er-Rbia les transmissivités sont de l'ordre de 10^{-3} m²/s impliquant un drainage de la nappe assez limité et de forts gradients de l'écoulement (observés sur de nombreuses cartes piézométriques).

Les valeurs du coefficient d'emmagasinement se situent entre 1.4 et 10 %. Les fortes valeurs correspondent à des zones d'affleurement de calcaires lacustres (de l'ordre de 10%). La valeur moyenne est comprise généralement entre 3 et 5% .

- Nappe des Beni-Moussa

La nappe est située entre Oued Oum Er-Rbia au nord et la chaîne de l'Atlas au sud. A l'Ouest elle est limitée par l'Oued El Abid et à l'Est par la ligne joignant Kasbat-Tadla à

Rhorm Elalem. Elle circule dans des couches calcaires, marno-calcaires et d'argile, ce qui fait que les niveaux aquifères sont séparés les uns des autres par des couches plus ou moins imperméables.

La carte des courbes isopièzes montre que la nappe s'écoule en direction de l'Oum Er-Rbia en formant un angle de l'ordre de 45° avec ce dernier. De Kasbat Tadla à la zone du canal Médian-Est l'écoulement se fait grossièrement de l'Est vers l'Ouest tandis que du secteur Médian-Est jusqu'aux environs de l'Oued El Abid la direction générale de l'écoulement devient SE-NW. D'autre part, l'irrigation n'a pas modifié l'allure générale de l'écoulement, seule une remontée quasi-générale s'est opérée.

Les essais de pompage qui ont été effectués au périmètre de Beni-Moussa datent de 1972 à 1976. La majorité des mesures de la transmissivité se situent entre $1 \cdot 10^{-3}$ et $5 \cdot 10^{-2}$ m²/s.

Le coefficient d'emmagasinement a été mesuré au niveau de plus de 60 points au niveau du périmètre de Beni-Moussa. Sa valeur est variable entre 0.3% à 8.4% avec une moyenne de 3.5%.

4.2.2. La nappe du l'Eocène

La nappe éocène circule dans les terrains éocènes dans la région des Beni-Oukil et d'El-borouj et en bordure du Tadla. Elle s'enfonce ensuite vers le Sud sous le Tadla où elle devient captive. Elle est probable que cette nappe alimente latéralement la nappe du quaternaire. Elle est alimentée par l'infiltration des eaux de pluie sur une superficie de 3 000 Km² s'étendant sur 7 000 Km². Son épaisseur est généralement inférieure à 15 m.

Les caractéristiques hydrauliques de cette nappe ne sont pas bien connues. A Kasba Tadla par exemple la transmissivité est de $5 \cdot 10^{-4}$ m²/s et la perméabilité horizontale est de $2 \cdot 10^{-5}$ m/s.

La qualité chimique de l'eau est variable, en général de faciès bicarbonaté chloruré (parfois sulfaté) calco-magnésien avec résidu sec à 110 °C compris entre 500 à 1500

mg/l. Parfois, l'eau est plus salée et atteint 9050 mg/l.

4.2.3. La nappe du Turonien

Elle constitue l'aquifère profond le plus intéressant tant par la chimie de l'eau que par son étendue. L'ONEP, l'OCP, le dispositif pivot pour l'irrigation à l'Ouest du périmètre irrigué de Béni- Amir et quelques forages privés sur le périmètre exploitent l'eau de cette nappe.

Les recherches hydrogéologiques ont permis d'évaluer la réserve de la nappe à un volume compris entre 25 et 50 Milliards de m³ avec une faible minéralisation de l'eau emmagasinée (520 mg/l à 110°C) (Blili., 1994).

Dans les secteurs de nappe libre, les transmissivités varient de 10⁻³ à 10⁻² m²/s et les coefficients d'emmagasinement de 1 à 10 %. Dans les secteurs où la nappe est captive la transmissivité est de l'ordre de 5.10⁻² m²/s et le coefficient d'emmagasinement de l'ordre de 10⁻⁴.

5. AMENAGEMENTS HYDRO-AGRICOLES

5.1. Infrastructures hydrauliques et hydro-agricoles

5.1.1. Superficie irriguée

Le périmètre irrigué du Tadla couvre une superficie irriguée d'environ 124 600 ha de périmètre de grande hydraulique, de petite et moyenne hydraulique, de pompage privé et d'irrigation par pivot.

Tableau 1 : Superficie irriguée dans le périmètre de l' ORMVAT

Domaine	Superficies (ha)	Pourcentage (%)
Grande Hydraulique	96 900	78
Petite et Moyenne Hydraulique	9 100	7,5
Pompage	14 000	11
Pivot	4 600	3,5
Total	124 600	100

Source : Zaz, 1996

En sa majorité (presque 4/5 du total irrigué) et selon un système exclusivement gravitaire, la superficie irriguée dans le périmètre de Tadla relève du domaine de la Grande Hydraulique qui est géré par l'ORMVAT, le reste est mis en irrigation soit par le biais de la Petite et Moyenne Hydraulique soit par le pompage diffus. Toutefois, d'autres systèmes d'irrigation ont été introduits dans le périmètre: irrigation par pivot, goutte à goutte...etc.

5.1.2. Réseau d'irrigation

Dans le domaine de la grande hydraulique le réseau gravitaire est caractérisé par son ancienneté et sa dense prolifération (27 ml/ha) dont 69 % est constitué par les branches tertiaires. Le tableau 2 donne une idée sur la longueur du réseau d'irrigation dans le périmètre de Tadla.

Tableau 2 : Les infrastructures hydrauliques dans le périmètre du Tadla

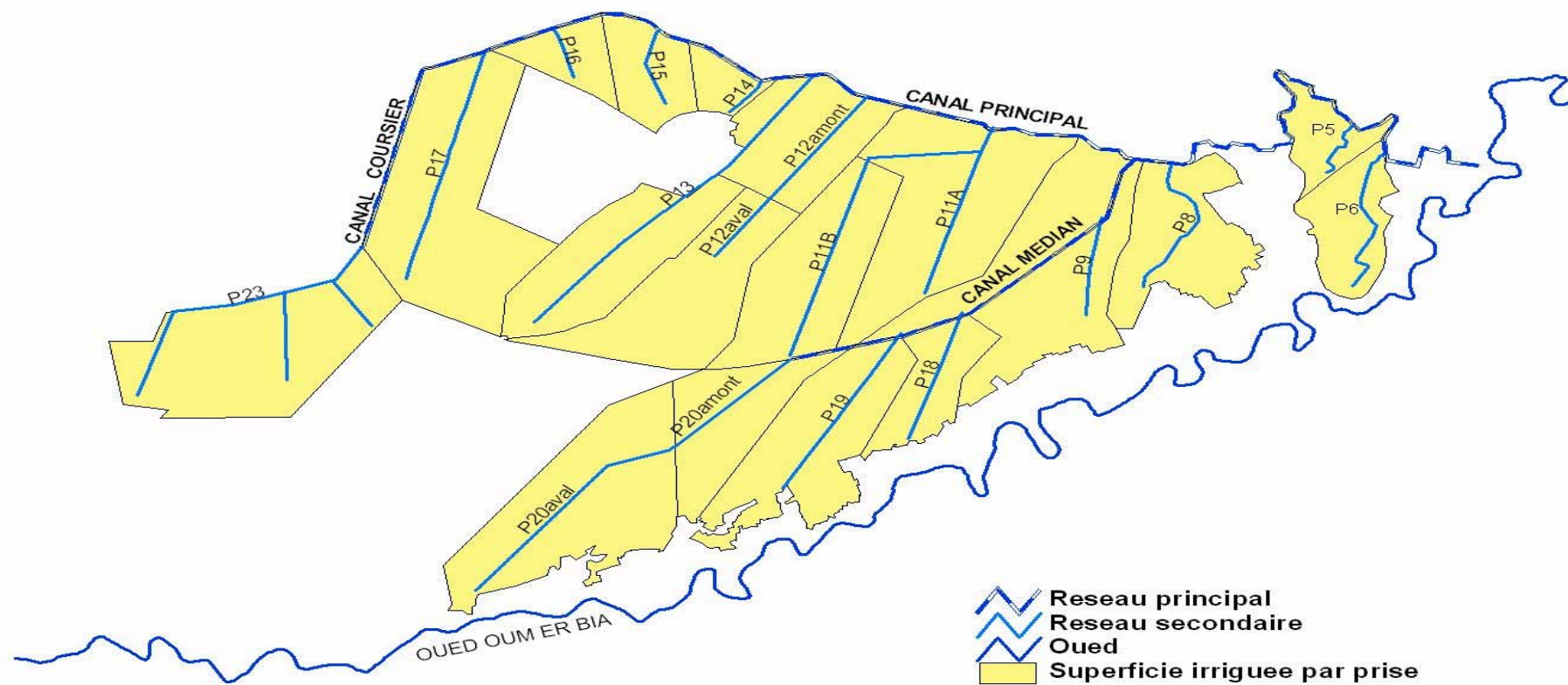
Canaux d'irrigation	Longueur (Km)
Canaux principaux	200
Canaux primaires et secondaires	360
Canaux tertiaires	1800
Total	2360

Source : ORMVAT

Sur le plan hydraulique, ces deux périmètres sont indépendants. En effet, l'irrigation des Beni-Moussa se fait par les eaux stockées du barrage Bin El Ouidane érigé sur Oued El Abid alors que, le périmètre des Beni-Amir est irrigué par le barrage Ahmed El Hansali.

a- Béni Moussa (rive gauche)

En ce qui concerne les grands ouvrages, le périmètre des Béni-Moussa est irrigué par les eaux de l'oued El Abid; l'affluent le plus important de l'oued Oum Er-Rbia, sur lequel deux aménagements hydrauliques ont été réalisés:



Echelle : 1/150.000

Laboratoire SIG

Figure 5 : Plan du réseau principal et secondaire du périmètre irrigué de Beni-Amir: Données Laboratoire SIG ORMVAT

- Barrage Bin El Ouidane : réalisé en 1953, c'est un grand barrage d'accumulation de 1.5 Milliards de m³ de capacité, dont 1.1 Milliards de m³ de retenue utile, qui relève le plan d'eau de 105 m. La dotation réservée à l'irrigation du périmètre est de 710 Mm³.

- Barrage Aït Ouârda Afourer : mis en service en 1954, situé a quelques kilomètres en aval de Bin El Ouidane, c'est un barrage de prise et de compensation qui dérive les eaux dans une galerie, traversant la montagne de Tazerkount.

Quant à l'amenée des eaux d'irrigation jusqu'au niveau du périmètre de Beni-Moussa , elle commence par la galerie d'Afourer où les eaux transitent sur une longueur de 10,74 Km, une fois arrivées sur le flanc Nord de la montagne de Tazerkount, elles sont turbinées avec une chute brute de 235 m par l'usine. A la sortie de cet usine, les eaux sont véhiculées par les canaux principaux D et GM qui dominent la totalité de la rive gauche .

b- Beni-Amir (rive droite)

Au niveau des Beni-Amir, les eaux déviées du barrage sont véhiculées dans un canal tête morte de 24 Km de long, de 19 m³/s de capacité et se terminant par un élargissement ou bassin de mise en charge à Kasba Zidania d'une capacité nominale de 100 000 m³. Dudit bassin partent deux grands ouvrages de prise :

- Siphon d'une capacité nominale de 15m³/s passant sous l'Oum Er Rbia, desservant le périmètre des Beni-Amir.

- Galerie en pression de la centrale hydro-électrique de Kasba Zidania, située sous le bassin et d'une puissance de 7000 KW.

5.2. SYSTEME DE PRODUCTION VEGETALE

Les principales cultures pratiquées dans le sous-périmètre de Beni-Amir sont les fourrages (surtout luzerne) et les céréales (surtout le blé tendre). Elles sont principalement destinées à l'autoconsommation et à l'alimentation du bétail, le reste est

vendu sur le marché local. Il faut signaler aussi la présence de l'olivier surtout en inter sole.

En ce qui concerne, la part des superficies occupées par chaque culture ou groupe de cultures, les données de l'ORMVAT font état de la situation présentée dans le tableau 3 :

Tableau 3 : Cultures pratiquées dans le périmètre du Tadla (campagne 2001/2002)

Cultures	Superficie (ha)	% Par Rapport à la superficie totale
Céréales	43 280	39
Fourrages	26 500	24
Olivier	13 788	12
Betterave	11 510	10
Maraîchage	7 573	7
Agrumes	5 981	5
Légumineuses alimentaires	3 230	3

Source : ORMVAT/D.D.A., 2003

- Les Céréales

La superficie moyenne semée annuellement en céréales sur réseau est de 35 931 ha (moyenne de 1991-2002). Ceci représente 40,1 % de la superficie totale irriguée.

Le rendement moyen en céréales est de 46,9 qx/ ha (moyenne de 1991-2002).

- Les cultures fourragères

La superficie réservée aux cultures fourragères a connu une nette progression, elle a passé de 17 912 ha en 1995/1996 à 26 500 ha en 2002 augmentant ainsi de 48 % (cf. figure 6). En moyenne, campagne 1991-2001, elles occupent une superficie de 17 357 ha ce qui représente 19,37 % de la superficie totale.

- Arboriculture

L'oléiculture constitue la principale spéculation arboricole au niveau de la zone d'action de l'ORMVAT. Elle occupe une superficie sur réseau de 11265 ha (campagnes 1991-2002). Le rendement moyen, pour les mêmes campagnes, est de 3,37 T/ha (Toutes plantations confondues).

Dans le sous périmètre irrigué de Beni Amir, on constate l'absence des agrumes, ils sont pratiqués au sous périmètre de Beni Moussa avec un emblavement moyen de l'ordre de 6 728 ha (campagnes 1991-2001)

- Cultures industrielles

Ces dernières années, les surfaces consacrées à la culture de la betterave ont connu une nette régression. De 18 407 ha en 1998/1999, ces superficies sont passées à 11 500 ha en 2002 diminuant ainsi de 37 %.

Les superficies réservées au coton ont aussi connu une grande diminution, uniquement 100 ha cultivé sur les 96 900 ha de la grande hydraulique en campagne 98/99.

- Les cultures maraîchères

Le développement du pompage dans le périmètre a stimulé la progression des cultures maraîchères. Pour certaines exploitations, la place de ces spéculations est beaucoup plus privilégiée par rapport à d'autres cultures.

Mais à cause des conditions climatiques défavorables durant ces dernières années, les superficies réservées au maraîchage ont nettement diminué. Elles sont passées de 15 981 ha en 1996/97 à 7 573 ha en 2002 diminuant ainsi de 47,4 % (cf. figure 6)

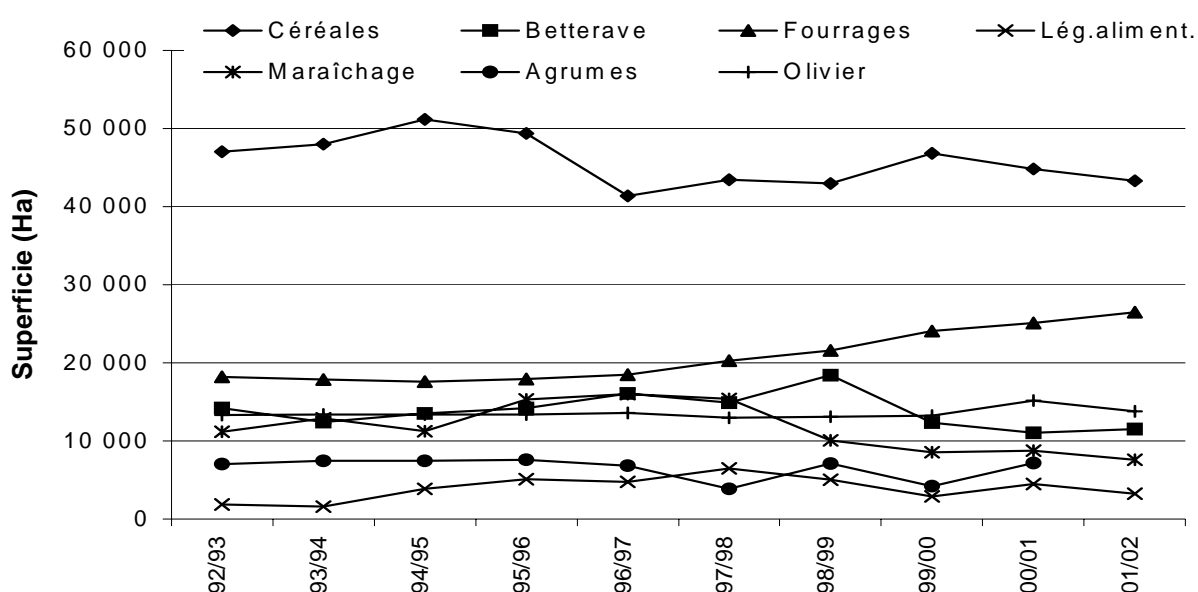


Figure 6 : Evolution des principales cultures dans le périmètre irrigué du Tadla

CHAPITRE 4 : GESTION DES EAUX D'IRRIGATION

1. ORGANISATION DE L'IRRIGATION

1.1. Bloc d'irrigation

Les périmètres modernes ont été conçus de telle sorte que la superficie de secteur hydraulique (ou bloc tertiaire) varie entre 20 et 30 ha pour une main d'eau de 30 l/s. Un bloc est découpé en bondes rectangulaires dont la largeur est comprise entre 80 et 120 m et qui sont perpendiculaire au canal porté tertiaire. Un arroseur quaternaire en terre dessert chacune d'elles sur toute sa longueur, 400 m d'environ. En trame B, chaque bande correspondant à une sole, le bloc étant divisé en 4 à 6 soles; une exploitation recoupe toutes les soles et se présente sous la forme d'un rectangle dont le sens de la longueur est perpendiculaire aux arroseurs.

Dans le périmètre du Tadla, le bloc d'irrigation a été construit de façon à pratiquer un assolement collectif. La distribution de l'eau est facilitée par l'organisation d'un tour d'eau correspondant non pas aux demandes particulières des irriguants, mais aux exigences de chaque culture, c'est à dire de chaque sole. Les tertiaires, équipés de modules à masques pouvant délivrer un débit maximal de 30 l/s (20l/s et 10 l/s), ont été disposés parallèlement aux parcelles, et les quaternaires, ou seguias en terre, alimentés à partir de partiteurs disposés sur le tertiaire, permettaient d'arroser les parcelles. L'irrigation d'une sole se faisait au tour d'eau entre les usagers à partir de la seguia qui correspondait à cette sole et la maintenance de la seguia était à la charge de tous les agriculteurs.

1.2. Adaptation de la trame

1.2.1. Trame B

Le parcellaire initiale repose sur le modèle de la trame **B**, il est basé sur l'utilisation collective des arroseurs. Il favorise les exploitations situées près du tertiaire par rapport à celles qui en sont le plus éloignées, ces dernières ne bénéficiant pas de la totalité de la main d'eau du fait des pertes dans les arroseurs. Les blocs sont divisés en soles et chaque sole étant plantée d'une même culture, l'irrigation devait se dérouler en séquence de l'amont vers l'aval d'un arroseur, l'arroseur suivant n'étant mis en eau que lorsqu'une sole avait été arrosée en totalité. (Berthome, 1991)

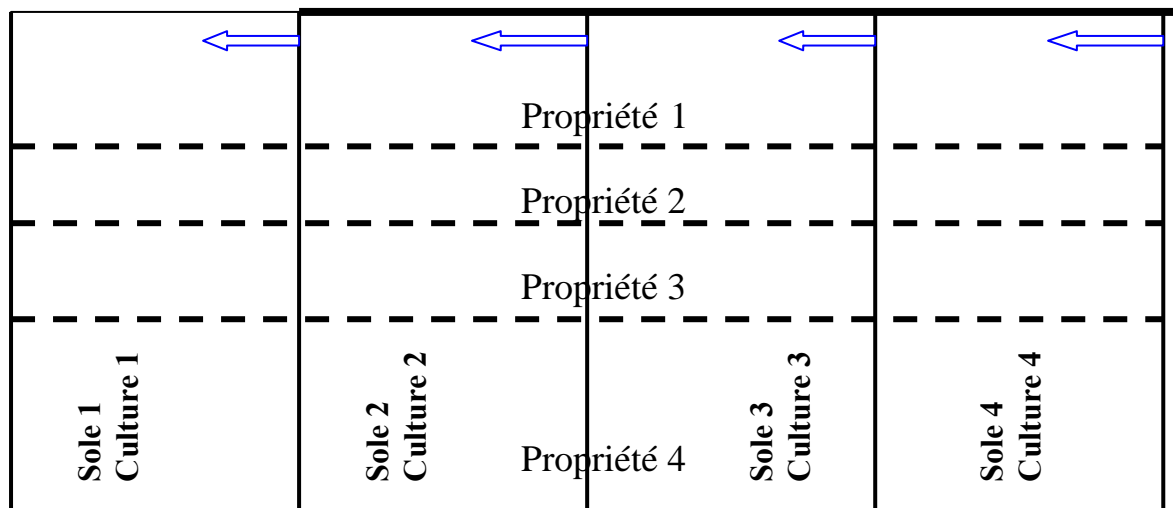


Figure 7 : Schéma de la trame B

- Tertiaire en trait renforcé (horizontal).
- Arroseurs en trait plein (vertical).
- Limites d'exploitation en tirets (vertical).
- Exemple de 4 soles et 4 propriétaires.
- La flèche indique la direction de l'eau.

1.2.2. Evolution en trame A

Suite à un morcellement, le parcellaire a pris peu à peu une configuration en trame A.

L'exploitation est souvent desservie par un seul quaternaire. Les soles ne sont plus fonction du quaternaire, mais totalement désorganisées sur le bloc. (Jouve, 1987)

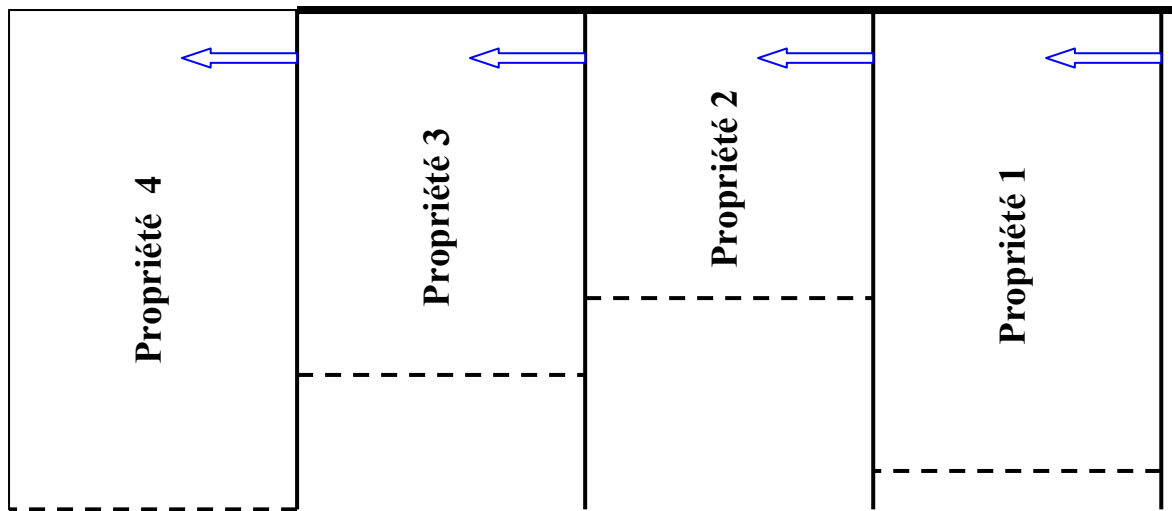


Figure 8 : Schéma de la trame A

- Tertiaire en trait renforcé (horizontal).
- Arroseurs en trait plein (vertical).
- Limites d'exploitation en tirets (vertical).
- La flèche indique la direction de l'eau.

2. LES TECHNIQUES D'IRRIGATION A LA PARCELLE

Les techniques d'irrigation adoptées dans le périmètre du Tadla sont les suivantes :

2.1. La Robta

L'irrigation par dispositif court ou "Robta" demeure la technique la plus dominante au périmètre irrigué du Tadla et dans les autres périmètres gravitaires du Maroc. C'est une technique traditionnelle de montagne qui a été adoptée aux zones irriguées.

L'irrigation ne se conçoit que par le découpage de la sole en plusieurs bassins ou Robtas élémentaires dont les dimensions moyennes sont de 40 m² (5 x 8). Ces bassins sont irrigués par des seguias de distribution qui à leur tour sont alimentées par une

segua d'amené (cf. figure 9). L'eau est dérivée vers celle-ci en opérant une seule brèche sur l'arroseur.

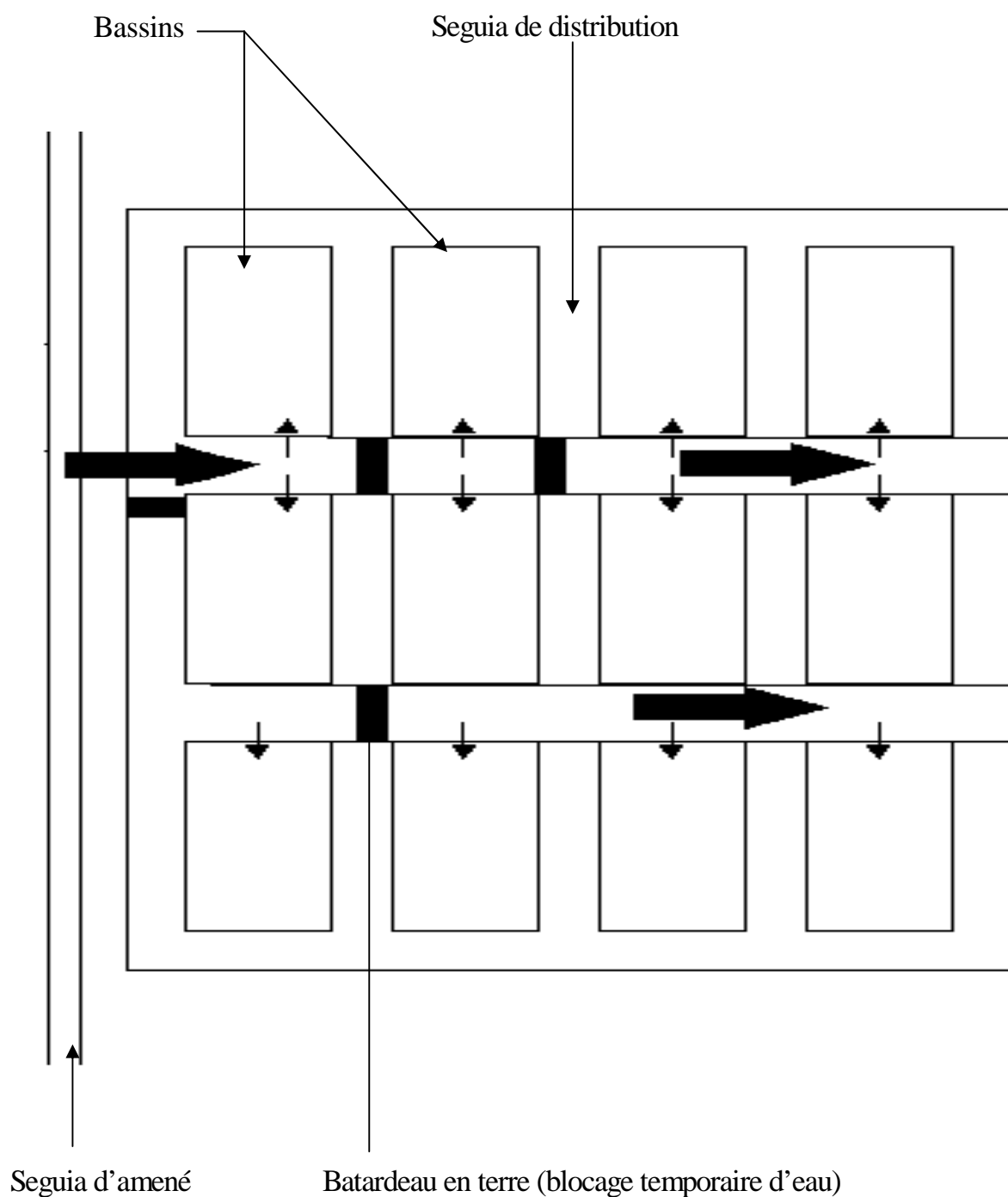


Figure 9 : Schéma de fonctionnement de la Robta

2.2. La Robta améliorée

L'amélioration du court dispositif consiste en l'augmentation des dimensions des Robtas élémentaires moyennant la correction du nivellement par le surfaçage. L'irrigation de ce dispositif ne se conçoit que par le découpage de la sole en plusieurs planches élémentaires dont les dimensions sont supérieures à celles de la Robta et peuvent atteindre en moyenne 250 m² (5 x 50).

Ces bassins sont irrigués par des seguias de distribution qui à leurs tours sont alimentées par une seguia d'amenée. L'eau est dérivée vers celle-ci en opérant une seule brèche sur l'arroseur. Au niveau de la parcelle l'eau suit le même itinéraire que celui de la Robta.

L'irrigation à la Robta est par ailleurs une technique qui exige des manipulations fréquentes. L'irriguant ne peut pas diviser équitablement la main d'eau avec les outils dont il dispose et il doit par conséquent remplir les bassins un après l'autre. Les temps d'irrigation mesurés dans le Tadla sont de 11 h/ha, ce qui représente une manipulation toutes les 3 minutes pour les bassins de l'ordre de 50 m² (Berthome, 1991).

2.3. L'irrigation à la raie

L'irrigation à la raie est appliquée pour les cultures semées sur des billons telles que la betterave, coton, pomme de terre, oignon etc...En ce qui concerne les dimensions des raies, elles sont liées à la longueur de la sole (80 m à 120 m). L'écartement des raies dépend de la culture. A titre d'exemple :

- Betterave : 0.65 m
- Pomme de terre : 0.80 m

L'irrigation doit se faire par des raies communicantes à l'aval du dispositif par nombre de cinq ceci dans le but de permettre à l'excédent d'eau sur les raies en avance de revenir sur les raies en retard au lieu de déborder en colature. Ce système améliore l'efficience en évitant les pertes par ruissellement.

2.4. L'irrigation par calant

L'irrigation au calant est adoptée pour toutes les cultures semées à plat telles que : céréales, luzerne, bersim etc.

Les calants consistent en des planches rectangulaires d'une longueur correspondant à la longueur de la sole (80 à 120 m) et de largeur variable :

- 4 à 5 m dans les Béni Amir.
- 6 m dans les Béni Moussa de l'Est.
- 5 m dans les Béni Moussa de l'Ouest.

2.5. Le bassin à fond plat

Le bassin à fond est un système d'irrigation gravitaire qui consiste en des planches à pente nulle permettant l'utilisation de la main d'eau entière. Ce système d'irrigation est destiné à irriguer toutes les cultures semées à plat ou sur billons.

Mais à l'échelle du périmètre, on constate que la technique d'irrigation Robta est la plus dominante alors que les trois dernières techniques sont quasiment inexistantes.

DEUXIEME PARTIE

**METHODOLOGIE ET
COLLECTE DES DONNEES**

CHAPITRE 5 : CHOIX ET PRESENTATION DE LA ZONE

1. DELIMITATION DE LA ZONE DE TRAVAIL

Le choix de la zone d'étude a été fait sur trois étapes. On est parti d'une échelle plus grande à une espace plus petite pour plusieurs raisons détaillées par suite.

1.1. Première étape : Choix d'un sous- périmètre

On a choisi le sous périmètre des Béni- Amir, indépendant de celui des Béni- Moussa de point de vue hydraulique, comme zone de travail pour plusieurs raisons :

- Proximité au siège de l'ORMVAT;
- Situation défavorisée par rapport au sous périmètre des Beni-Moussa;
- Zone d'étude pour les trois derniers travaux débutant le projet.

1.2. Deuxième étape : Choix d'une prise secondaire

Le choix de la prise secondaire a été basé sur le facteur de proximité de Fqih Ben Salah afin de faciliter l'accès aux exploitations qui vont être choisies ultérieurement. Pour répondre à ces conditions, plusieurs canaux secondaires ont été pris en compte : P11B, P13, P12 (aval et amont), P14, P15, P16 et P17.

Les caractéristiques de chaque prise sont représentées dans le tableau 4 :

Tableau 4 : Caractéristiques des prises secondaires

Prise	Superficie (ha)	Longueur (m)	Nombre de puits/forage	Densité des puits (nbr/100 ha)	Nombre d'agriculteur	Superficie/ agriculteur
P11B	2660	4250	112	4,2	507	5,2
P12Amont	1499	3400	20	1,3	488	3,1
P12Aval	1847	2727	129	7,0	402	4,6
P13	1795	8221	165	9,2	435	4,1
P14	216	1630	12	5,6	57	3,8
P15	484	2595	15	3,1	149	3,2
P16	467	2881	8	1,7	150	3,1
P17	3106	9475	94	3	797	3,9

Source : Données de l'ORMVAT

Les moyens disponibles et le temps imparti pour cette étape ne nous ont pas permis d'enquêter dans toutes ces prises. Vu leur importance de point de vue superficie desservie, le nombre des agriculteurs et la densité des puits, seules les prises 13 et 12Aval ont été prises en compte dans notre choix.

Enfin, c'est la prise 13 qui a été choisie, elle présente un schéma standard de l'irrigation gravitaire et elle possède un nombre de puits plus important que les autres prises (cf. figure 10), aussi en collaboration avec les agents de l'Office, on a trouvé inutile d'explorer du côté d'autres prises comme la P12, car il est improbable de trouver plus de diversités quant aux pratiques d'irrigation.

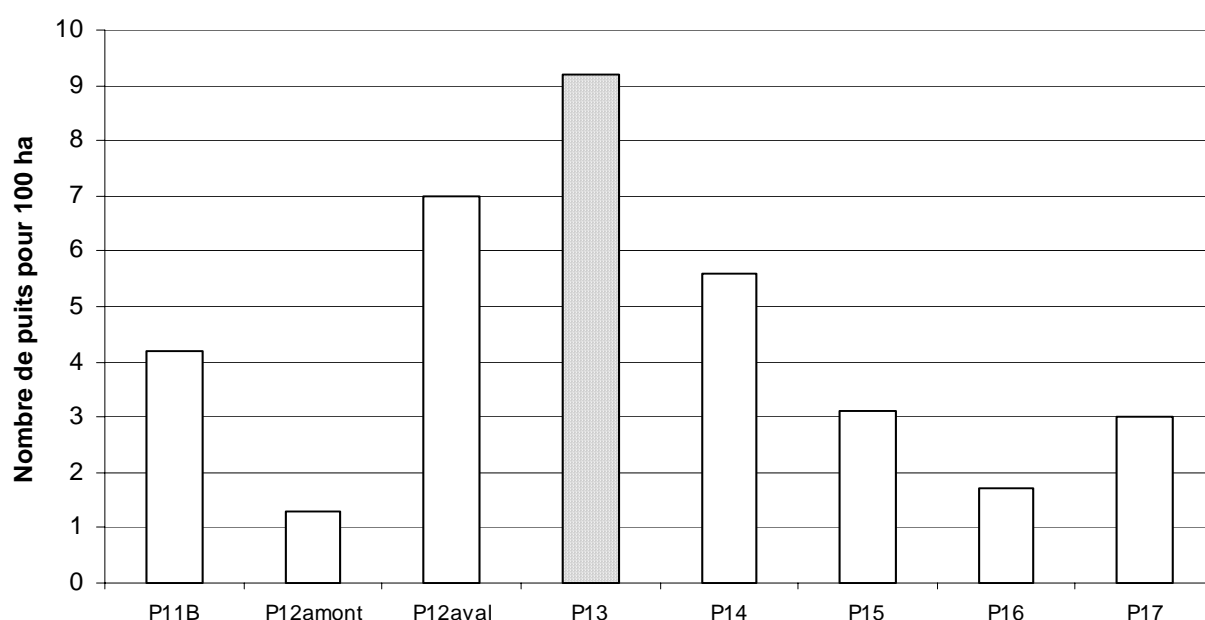


Figure 10 : La densité des puits dans les prises échantillonnées

1.3. Troisième étape : Choix du tertiaire

1.3.1. Raisons de choix

Après avoir choisi la prise secondaire, on a décidé de travailler à l'échelle d'un tertiaire. Cette échelle est en effet accessible aux enquêtes d'une manière exhaustive. D'autres raisons peuvent expliquer ce choix :

- Dans le premier travail, Bacot (2001) a choisi des exploitations réparties selon un gradient de salinité. Mais selon ses conclusions ce facteur ne semble pas

apparaître comme étant déterminant vis-à-vis de la stratégie de l'agriculteur. Sa première préoccupation est l'accès à l'eau de surface et/ou souterraines;

- La difficulté d'avoir des informations complètes sur les exploitations a entraîné Bacot à ne réfléchir que sur les lots d'irrigation et non sur des exploitations complètes. On peut dire qu'effectivement le choix d'un échantillonnage de 18 exploitations dispersées sur le périmètre ne facilitait pas cette étude;
- Elle avait également des problèmes pour dimensionner précisément les parcelles à l'intérieur des lots d'irrigation. De même, le fait d'avoir 18 exploitations sur 18 tertiaires rendait cette tâche vraiment difficile;
- Pour trouver d'autres facteurs socio-économiques qui règlent les décisions des agriculteurs quant à l'utilisation des ressources en eau, il fallait étudier un ensemble regroupé des exploitations pour comprendre les différents contacts qui peuvent exister entre les agriculteurs.

Vis-à-vis de l'échantillonnage, ce sont là, quatre raisons qui justifient le choix d'un échantillon regroupé au sein du même tertiaire.

Vis-à-vis de l'échelle d'étude également ce choix se justifie, car on pense que l'on ne peut pas bien comprendre les stratégies de l'agriculteur sans intégrer l'ensemble de son exploitation et ne pas se contenter du lot d'irrigation. Il sera donc plus facile d'identifier toutes les parcelles relevant d'une même exploitation si on se concentre sur une zone.

1.3.2. Choix d'un tertiaire d'irrigation

Des enquêtes ont été menées dans plusieurs tertiaires pour pouvoir choisir le plus représentatif. On a mis comme condition de départ la situation géographique de cette unité hydraulique. En effet, il doit être loin de Fqih Ben Salah pour éviter l'influence de la ville sur les décisions prises par les agriculteurs, et par conséquent on a éliminé plusieurs tertiaires à l'amont de la prise.

D'autres critères sont pris en compte dans notre choix :

- Ressources en eau utilisables et utilisées : Trois cas peuvent se présenter. Les agriculteurs ayant un accès unique au réseau de l'ORMVAT. D'autres utilisent l'eau du réseau et celle de la nappe. Enfin, la troisième catégorie représentée par les agriculteurs qui n'ont pas accès à l'eau du réseau; ils peuvent être non desservis par les aménagements, être au niveau d'un tertiaire hors service ou encore être endettés vis-à-vis de l'Office. Donc, on a essayé de retrouver ces trois cas dans notre tertiaire ou bien chez les mêmes exploitants dans des parcelles hors tertiaire.
- Mode de faire valoir : le tertiaire qui sera privilégié est celui dont la plupart de ces exploitations sont conduites en mode de faire valoir direct.
- Nombre des agriculteurs : On a essayé de choisir un tertiaire dont le nombre des agriculteurs soit supérieur à dix pour avoir une flexibilité quant aux choix des exploitations et une diversité quant à l'utilisation des ressources en eau.
- Résidence des exploitants : Le travail consiste dans des enquêtes exhaustives et un suivi continu, ainsi les agriculteurs du tertiaire qui seront choisis doivent résider dans leurs exploitations ou bien à l'extérieur dans des tertiaires très proches pour faciliter l'accès à l'information.
- Structure foncière : Dans notre choix, on a fait de sorte que toutes les strates de superficie soient représentées pour savoir si la structure foncière peut influencer le choix et la gestion des ressources en eau.

Tous ces éléments sont pris en compte lors du choix. Ils sont tous nécessaires, mais selon l'objectif d'étude, il a fallu au premier temps vérifier que le tertiaire représente l'ensemble des possibilités quant à l'utilisation des ressources en eau.

Finalement, pour répondre à tous ces éléments, c'est le tertiaire **P13TD5B** qui a été choisi, il semble être le meilleur sur la prise 13 qui peut satisfaire à tous ces critères.

2. LES ENQUETES : OUTIL POUR LE DIAGNOSTIC DE LA ZONE D'ETUDE

Le suivi a été effectué grâce à des visites répétées à l'exploitation afin de pouvoir recueillir des données concernant toutes les activités agricoles.

Les agriculteurs du tertiaire n'obéissent à aucun référentiel technique, mais c'est l'expérience qui dicte toutes les marges de manœuvre.

Pour cela on est conscient de la difficulté d'avoir des données techniques homogènes et de qualité. Mais des informations concernant les espèces cultivées, assolement, les rendements, l'inventaire du cheptel et le matériel agricole ont été collectées. Néanmoins, du fait qu'on s'intéresse surtout à l'utilisation des ressources en eau, le travail a été concentré beaucoup plus sur la reconstitution des doses d'irrigation et les moments d'intervention pour chaque culture.

2.1. Questionnaire

Deux types de questionnaire ont été préparés :

Un questionnaire qui prend en considération le fonctionnement des exploitations agricoles et qui traite les questions qui s'articulent autour de :

- L'exploitant et sa famille;
- L'appareil de production :
 - * Le capital foncier et le cadre juridique de terres.
 - SAU;
 - Statut foncier;
 - Mode de faire valoir.
 - * Les équipements de l'exploitation
- La production et les charges d'exploitation :
 - * La production végétale :
 - Assolement;
 - Les techniques culturales et les charges qu'elles occasionnent;
 - Le niveau des rendements et destination des produits.
 - * La production animale :
 - Les différents produits (lait);

- Les charges d'élevage;
- Inventaire des animaux.

Un deuxième questionnaire qui s'attache à l'aspect irrigation et l'utilisation des ressources en eau. Les questions traitent deux volets :

- Irrigation par pompage :
 - * Caractéristiques de station de pompage;
 - * Durée et fréquence de fonctionnement de station de pompage;
 - * Programme d'irrigation pour chaque culture;
 - * Problèmes liés à l'utilisation de la ressource en eau souterraine.
- Irrigation par réseau :
 - * Programme d'irrigation pour chaque culture;
 - * Problèmes liés à l'utilisation de l'eau de surface.

Une grande partie de travail au niveau de ce tertiaire était basée sur l'établissement des fiches technico-économiques par culture avec les agriculteurs. Pour cela, on a proposé dans le paragraphe suivant une définition des charges engagées pour la production.

2.2. Définition des charges

2.2.1. Les charges fixes

Ces charges sont liées à la structure de l'exploitation, et existent indépendamment de l'intensité de l'activité de l'exploitation. Il faut les payer quoi qu'il arrive. Ces charges ont été partagées en frais d'amortissements et en frais financiers. Les autres charges de structure restantes forment le poste autres charges de structure et comprennent les charges de fermage et de location, les entretiens et réparation, l'assurance du matériel, les transports et déplacements et les autres charges externes (Eau, électricité, gaz...).

- valeur d'exploitation de la terre

** capital foncier*

Pour les terres prises en association ou en location, le problème d'évaluation ne se pose pas. Le fermage est contracté au moins pour une durée équivalente à un cycle de rotation. Cependant, le fermage annuel s'obtient en divisant la valeur totale par le nombre d'années (durée de contrat).

** Capital fixe de l'exploitation : (Amortissement des immobilisations)*

- Le gros matériel

L'amortissement annuel s'obtient par la division de la valeur d'acquisition du matériel par la durée totale d'amortissement.

- Les installations

Leur amortissement s'obtient en divisant le coût d'installation et d'achat par la durée d'amortissement.

2.2.2. Les charges variables

- La main d'œuvre

L'évaluation de la main d'œuvre salariale correspond au prix réellement payé par l'agriculteur. Quant à la main d'œuvre familiale en tant que charge, elle est évaluée, en estimant la valeur moyenne des journées travaillées par l'équivalent des salaires versés aux ouvriers saisonniers.

- Les intrants

Nous avons déterminé pour chaque agriculteur et pour chaque spéculation les différentes quantités d'intrants (semences, engrais, produits phytosanitaires) ainsi que leur prix réel ou leur prix estimé quand ils sont des produits de l'exploitation.

- Les travaux d'entreprise et coût d'utilisation des machines

Ces travaux sont effectués par des tiers au profit de l'exploitant, leur évaluation se fait sur la base des prix réellement payés par l'exploitant.

Quand les travaux sont réalisés par les moyens propres de l'exploitant, l'évaluation se fait sur la base du coût réel de l'utilisation des machines, carburants, lubrifiants et mains d'œuvre. Dans notre zone d'étude, la plupart de travaux de mécanisation sont effectués par des tiers, les agriculteurs n'investissent pas dans l'achat des machines vue l'abondance des exploitations dont la taille est inférieure à 5 ha et aussi le manque des moyens financiers.

- Les redevances dues à l'usage de l'eau d'irrigation

Toutes les exploitations qui se trouvent dans le périmètre irrigué sont assujetties au paiement de la redevance pour l'usage d'eau d'irrigation. Les agriculteurs endettés à l'Office n'ont pas le droit à l'eau.

3. DESCRIPTION ET DIAGNOSTIC DU TERTIAIRE P13TD5B

3.1. Situation géographique

Le tertiaire TD5B se trouve à l'aval de la prise 13 (cf. figure 11). Il est loin de 7 Km de la ville de Fqih Ben Salah. Il fait partie de la zone d'action de CDA 504, il est constitué de 3 blocs. Dans chaque bloc, on trouve un nombre différent des exploitations et chaque exploitation est subdivisée en cinq soles (cf. figure 12). Selon l'ORMVAT, les subdivisions des blocs sont les suivantes :

Tableau 5 : Nombre des exploitations par bloc du tertiaire P13TD5B.

Blocs	Nombre des exploitations
243 a	6
243 b	3
246	4

Source : ORMVAT

3.2. Caractérisation des exploitations

3.2.1. Le groupe familial

L'âge moyen des agriculteurs est de l'ordre de 43 ans. Presque la totalité des

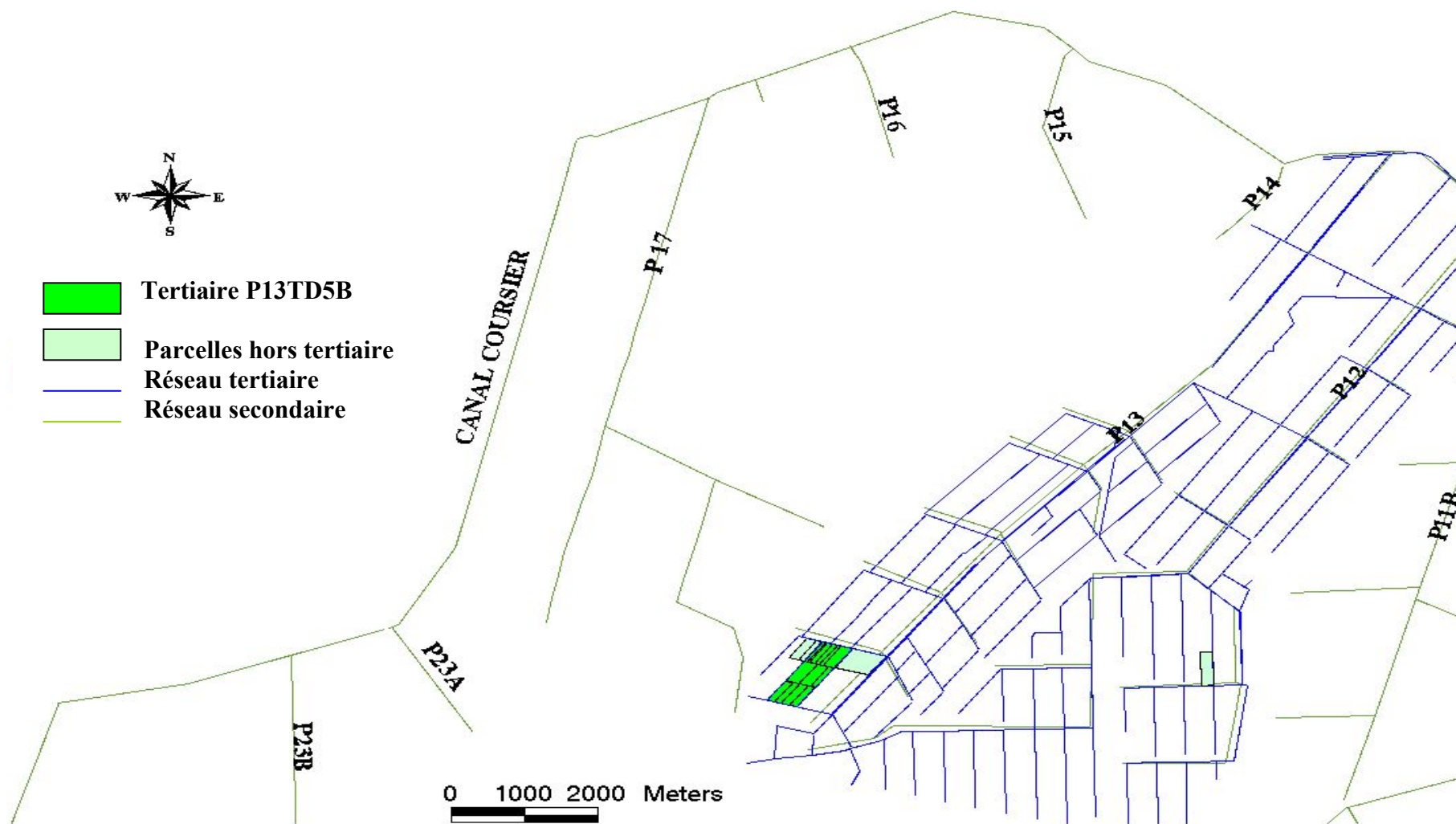


Figure 11 : Situation géographique du tertiaire P13TD5B et des parcelles hors tertiaire

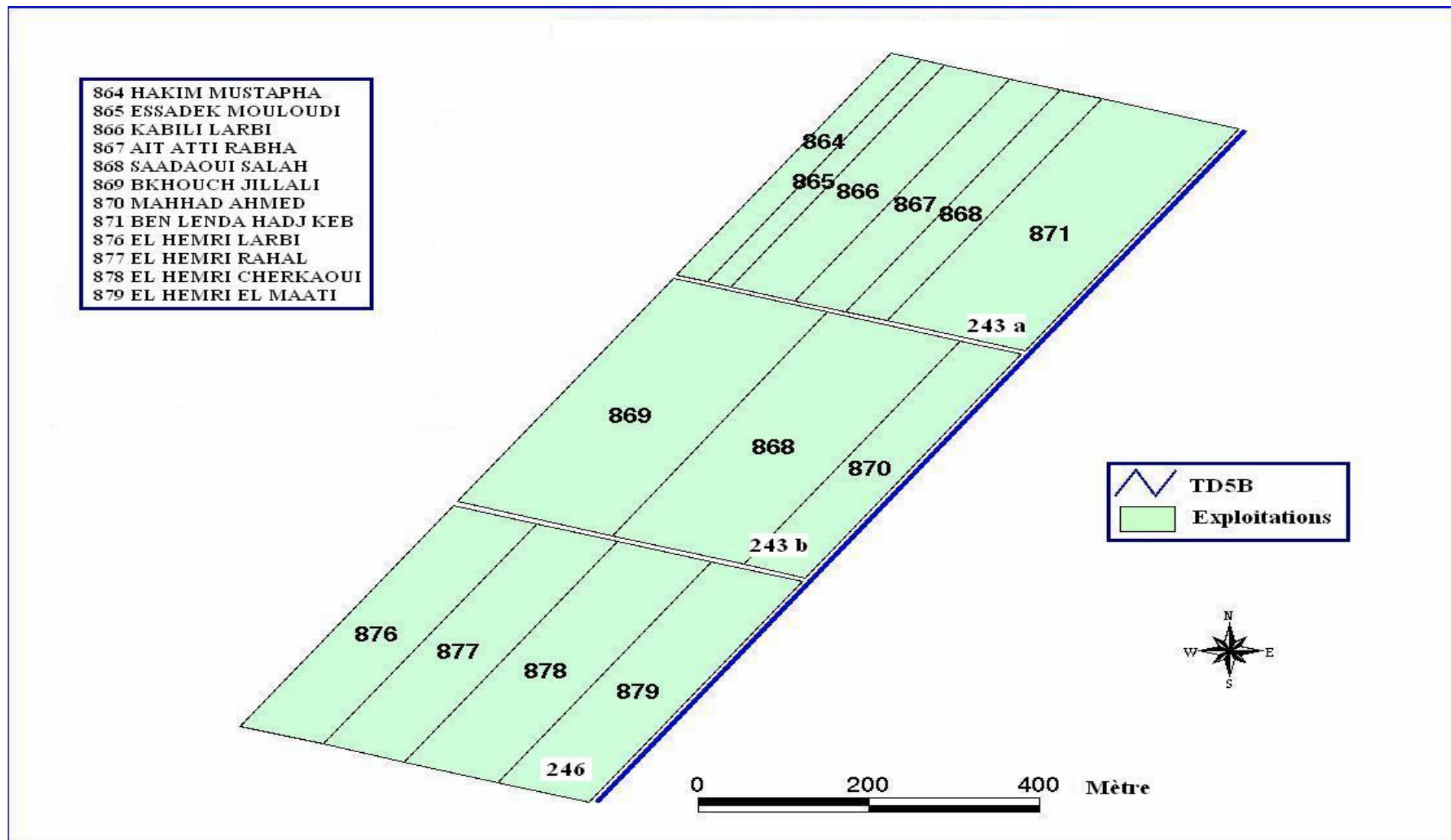


Figure 12 :Parcellaire dominé par le tertiaire P13TD5B selon les données de l'ORMVAT

exploitants ont commencé leur carrière en agriculture dès leur jeune âge. Dans la plupart des cas, ils sont aidés dans leur travail par leurs enfants. Le père reste jusqu'à un âge avancé, le chef de l'exploitation est au centre de décision. Le groupe familial est à la fois un groupe de consommation et de production.

Un phénomène présent dans la région est l'émigration des jeunes à l'étranger (cf. annexe 1), cela constitue une source extérieure et permet aux agriculteurs d'avoir un revenu non agricole plus intéressant. Ainsi certains exploitants pratiquent l'agriculture uniquement parce que c'est une habitude et aussi pour ne pas rester sans travail.

3.2.2. La structure foncière des exploitations et le cadre juridique

Les exploitations du tertiaire reproduisent grossièrement les structures foncières au niveau du périmètre de Beni-Amir avec une proportion beaucoup plus grande des petites exploitations. On remarque aussi l'absence des exploitations dont la superficie dépasse les dix hectares à condition que les parcelles qui se trouvent dans d'autres tertiaires pour les mêmes exploitations ne sont pas prises en compte.

Le tableau 6 donne les superficies des exploitations par agriculteur :

Tableau 6 : Superficie des exploitations du tertiaire P13TD5B selon les données d'ORMVAT

MLE	Numéro	Superficie en ha
04864	A1	1,41
04865	A2	0,98
04866	A3	2,88
04867	A4	2,18
04868	A5	7,86
04869	A6	6,84
04870	A7	2,78
04871	A8	6,07
04876	A9	3,57
04877	A10	3,69
04878	A11	4,15
04879	A12	3,98
Total	12	46,39

Source : ORMVAT

D'après ce tableau, les petites exploitations de moins de 5 ha sont les plus dominantes, elles représentent 75 % du total et n'occupent que 55,2 % des terres.

Ces analyses sont faites sur la base des données collectées chez l'Office, mais la réalité de terrain montre beaucoup de disparité. En effet, un grand problème d'héritage est soulevé dans la région. Prenons l'exemple de l'agriculteur 5 (AG5), le tour d'eau est inscrit sous son nom, mais derrière ce nom il y a quatre autres agriculteurs qui exploitent chacun une superficie d'environ 1.98 ha.

Ainsi, on se retrouve avec 17 agriculteurs au lieu de 12 inscrits dans la base de données de l'Office (cf. Annexe 3). Ils sont représentés dans le tableau 7 :

Tableau 7 : Superficie des exploitations du tertiaire P13TD5B selon les enquêtes de terrain

MLE	Numéro	Superficie en ha
04864	AG1	1,41
04865	AG2	0,98
04866	AG3	2,88
04867	AG4	2,18
04868	AG5	1,92
04868	AG6	1,98
04868	AG7	1,98
04868	AG8	1,98
04869	AG9	1,20
04870	AG10	2,78
04871	AG11	6,07
04876	AG12	3,57
04879	AG13	3,98
04869	AG14	1,20
04869	AG15	4,44
04877	AG16	3,69
04878	AG17	4,15
Total	17	46,39

Source : Enquête

D'après toutes ces données, on a opté pour la répartition des exploitations par classe de SAU suivante :

Tableau 8 : Répartition de la propriété foncière

Taille des exploitations en ha	% Par rapport à la superficie totale	% Par rapport total des exploitations
< 2.5 ha	32	53
2.5 – 5 ha	55	41
> 5 ha	13	6

Source : Enquêtes

D'après les enquêtes de terrain, presque la moitié des agriculteurs ont des parcelles hors ce tertiaire. Généralement, ces parcelles se trouvent au niveau de CDA 504 sur le canal secondaire P13 et P12Aval ou bien au niveau de CDA 508 sur le canal P17 ou P23A. Le tableau 9 montre le nombre de ces parcelles par agriculteur.

Tableau 9 : Superficie des parcelles hors tertiaire P13TD5B

Numéro d'agriculteur	Nombre des parcelles hors tertiaire	Superficie (ha)
AG1	1	1,6
AG2	3	3,4
AG11	2	26,7
AG12	1	2,5
AG13	1	3,5
AG16	1	3,5
AG17	1	2,5

Source : Enquêtes

En prenant ainsi en considération ces parcelles hors tertiaire, on se retrouve avec la répartition suivante :

Tableau 10 : Répartition de la propriété foncière en prenant en considération les parcelles partagées

Taille des exploitations en ha	% Par rapport à la SAU totale	% Par rapport total des exploitations
< 2.5 ha	12,8	41,1
2.5 – 5 ha	17,9	29,4
5 – 10 ha	28	23,5
> 10 ha	41,2	6

Source : Enquêtes

Concernant le statut juridique, on constate que toutes les exploitations sont des propriétés privées appelées terres Melk.

3.2.3. Le mode de faire valoir

D'après les enquêtes effectuées, la plupart des agriculteurs exploitent leurs terres en mode de faire valoir direct. Ainsi comme dans l'ensemble du périmètre le faire valoir direct occupe la première place avec un pourcentage de 82 %, le reste, 18 % des terres, sont exploitées en mode de faire valoir indirect (cf. annexe 2).

3.2.4. L'occupation du sol

A l'image de tout le périmètre des Beni-Amir, les cultures les plus pratiquées sont les céréales, fourrages et olivier.

Les céréales (blé tendre et blé dur) et la luzerne occupent la première place, en deuxième rang il y a le bersim. Les agriculteurs de ce tertiaire ont abandonné les cultures industrielles (la betterave et le coton). Concernant le coton, ils expliquent son absence par le non-adéquation des conditions climatiques de la région et par les attaques parasitaires, alors que pour la betterave par une ressource en eau limitante et par les problèmes rencontrés avec l'usine de transformation.

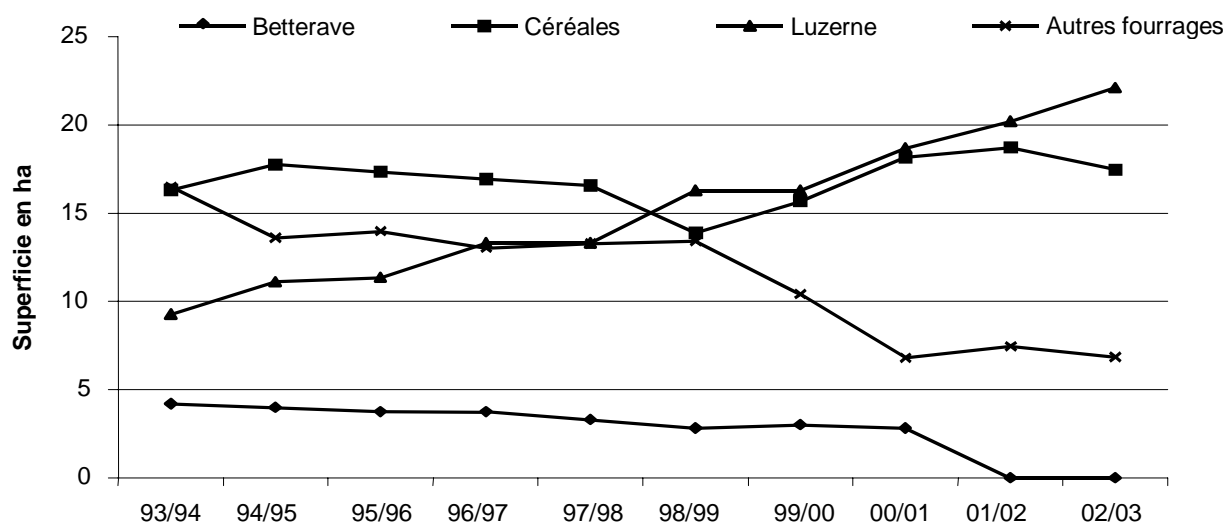


Figure 13 : Evolution des principales cultures dans le tertiaire P13TD5B

- Céréales

On constate une prédominance du blé tendre sur le blé dur. Le rendement moyen du blé tendre est estimé à 49 qx/ha. Il est destiné surtout à l'autoconsommation, la

partie restante, d'environ la moitié, est vendue sur le marché ou bien aux collecteurs, une troisième part (2 qx) va être stockée comme semences.

- *Les cultures fourragères*

L'extension de ces cultures est plus précisément la luzerne s'est fait parallèlement au développement de l'élevage bovin. La culture de la luzerne domine celle des autres espèces fourragères. Pour certaines exploitations, comme le cas de l'exploitant **11** (AG11), la luzerne est considérée comme une culture de rente. Donc, l'importance accordée aux cultures fourragères traduit bien l'existence d'un élevage important au niveau de ce tertiaire (D5B). Au niveau de chaque exploitation, il existe une ou plusieurs parcelles réservées aux cultures fourragères. Dans plusieurs exploitations la luzerne n'est pas destinée pour la vente, mais uniquement pour l'alimentation du bétail.

En plus de la luzerne, il y a le bersim qui constitue une part non négligeable parmi les cultures fourragères.

- *L'olivier*

Toutes les exploitations de ce tertiaire possèdent des pieds d'olivier en inter sol. Le rendement moyen dans la région est estimé à 3.3 T/ ha. Les agriculteurs du tertiaire bénéficient de la présence d'une unité de transformation (huilerie) au sein de la prise 13.

Les occupations du sol pour l'année en cours et les deux dernières années sont représentées en annexe (cf. annexe 5).

3.2.5. L'élevage

Le développement des cultures fourragères, essentiellement la luzerne, et la disponibilité des sous produits des cultures (paille des céréales...) sont à la base de développement d'élevage dans cette zone. En effet, toutes les exploitations

possèdent un cheptel bovin, ainsi quelle que soit la classe de la superficie l'élevage prend une place importante dans le système de production. L'élevage constitue donc une activité principale pour la quasi-totalité des exploitations.

3.2.6. Les ressources en eau

Au niveau du tertiaire, on constate deux types d'exploitation :

- Exploitation unique du réseau de surface avec cinq agriculteurs;
- Exploitation conjuguée des eaux de surface et des eaux souterraines avec 12 agriculteurs.

Ainsi, la plupart des agriculteurs (71 %) utilisent l'eau d'une manière conjointe alors qu'uniquement 29 % qui n'ont pas accès à l'eau souterraine. Cette diversité a été remarquée aussi à l'échelle d'une même exploitation et chez le même agriculteur avec des pourcentages différents et c'est le cas de l'exploitant **2** (AG2). En effet, cet agriculteur a une exploitation partagée comme suit :

Tableau 11 : La diversité remarquée chez l'agriculteur 2 quant à l'utilisation des ressources en eau

Matricule	Superficie (ha)	Tertiaire	Ressources en eau
04865	0.98	P13TD5B	Réseau + nappe
04858	1.18	P13TD5C	Réseau unique
04859	1.20	P13TD5C	nappe unique
07868	1.00	P12AvalTG6B	Réseau unique

Source : Enquête

CHAPITRE 6 : UTILISATION ET GESTION DES RESSOURCES EN EAU A L'ECHELLE DE L'EXPLOITATION

1. INTRODUCTION

D'une manière générale et comme il a été mentionné dans la partie monographie, l'année précédente était une année sèche, ainsi le revenu des agriculteurs se trouve très lié à l'irrigation et ainsi aux volumes d'eau qu'il peut recevoir à partir du barrage et/ou qu'il peut pomper de son forage.

1.1. Eau de surface (cas des Beni-Amir)

Les années de sécheresse qui ont sévi la région ont eu des répercussions négatives sur les réserves en eau dans le barrage. En effet, on relève une baisse des apports pour la campagne 2001/2002 et les agriculteurs se plaignent de la faible dotation en eau qui a baissé à 2 heures par hectare durant les mois d'été.

Le but de cette partie est de comprendre les objectifs et les règles de distribution de l'eau de surface établies entre l'ORMVAT et les agriculteurs.

1.1.1. Allocation du volume global de la campagne pour le périmètre de Beni- Amir

En ce qui concerne la dotation en eau pour l'année dans les Beni-Amir, les estimations sont faites entre le Service Hydraulique et la direction de l'Office selon les prévisions empiriques en tablant sur les espérances défavorables. Pour la campagne 2001/2002, le volume lâché au canal principal a été de 130 Mm^3 . Les estimations des apports à venir se font par des calculs de probabilités pour des fréquences de non dépassement de 10 % à 30 %. On tient également compte d'un volume minimum à conserver dans le barrage pour l'année suivante. Le volume avancé en septembre est révisable à la hausse ou à la baisse en janvier suivant la tendance. Par contre le volume définitif étant fixé, il ne pourra être dépassé.

1.1.2. Répartition du volume à l'échelle des secondaires

La répartition des volumes du canal primaire vers les canaux secondaires correspond aux règles d'une gestion tactique. La gestion tactique consiste à définir une règle d'allocation de l'eau en fonction des ressources disponibles, des besoins éventuellement affectés de priorités et des contraintes techniques liées à l'infrastructure existante. Dans le cas du périmètre de Beni-Amir, la répartition des volumes lâchés en entrée du canal principal se fait en théorie au prorata de la superficie irrigable contrôlée par chaque prise et non en fonction de la superficie équivalente à la demande réelle de chaque prise. On se trouve donc à cette échelle dans une logique de répartition équitable de l'offre.

1.1.3. De la demande de l'agriculteur vers l'élaboration d'un tour d'eau (distribution à l'échelle des tertiaires)

- Fonctionnement général

Souvent le lundi, les agriculteurs doivent formuler une demande qu'ils remettront à l'aiguadier. Ce dernier remplit un imprimé intitulé MV1 mentionnant pour chaque tertiaire les noms et prénom de chaque agriculteur, leur matricule, la superficie, le débit (30 l/s sauf certaines tertiaires), les dates et les heures d'ouverture et de fermeture de prise. Cet imprimé MV1 est établi en fonction de la superficie irriguée et en fonction des cultures pratiquées.

L'aiguadier remet deux à trois jours après un bon de livraison aux agriculteurs qui indique la date et les heures de fourniture de l'eau. Une fois MV1 rempli, l'aiguadier reporte toutes les données sur un autre imprimé, intitulé MV2, où figurent l'ensemble des débits des tertiaires et la durée d'ouverture de chaque tertiaire ce qui fait ressortir le débit total de chaque secondaire. Chaque aiguadier présente finalement un MV2 prévisionnel pour le tour d'eau à venir à son chef de centre (CGR) qui transmet à l'arrondissement. Une vérification est effectuée par le chef de canal. Après contrôle, l'aiguadier distribue des bons aux agriculteurs le jeudi pour le tour d'eau de la semaine

prochaine. Il distribue également un bon à chaque agent de distribution qui sera responsable de la manipulation des prises.

Après le chef du canal additionne tous les débits des canaux secondaires en vue de connaître le débit global à lâcher au niveau du canal primaire.

- Modifications en cas d'anomalies :

Les différents types d'anomalies qui peuvent survenir et entraîner des modifications par rapport au tour d'eau prévisionnel sont les suivantes :

- * Chutes d'éléments;
- * Siphons ou modules bouchés;
- * Sous alimentation (Débit de l'Oued inférieur aux prévisions);
- * Pluies.

En cas de ces anomalies de fonctionnement, les agents de distribution et les aiguadiers viennent constater le problème en collaboration avec les agriculteurs. L'intervention pour arrêter l'eau est effectuée par un agent de distribution. L'aiguadier doit alors faire une demande de travaux au chef de centre qui juge de la priorité du travail, puis transmet à l'arrondissement, au bureau d'entretien. La durée entre la constatation du problème et la fin des travaux est très variable suivant la priorité accordée aux réparations. Le volume non alloué à l'agriculteur lui sera restitué dès que possible.

1.1.4. Paramètres de contrôle pour l'établissement d'un tour d'eau

- Dotation à l'hectare :

Elle est attribuée par le chef de canal en concertation avec le chef d'arrondissement, en fonction des disponibilités en eau de l'oued et de l'estimation de la demande. Elle est donnée par la formule suivante :

$$\text{Alloc} = \left(\frac{q \times 24 \times t}{0,03 \times S} \right) \text{ (h/ha)}$$

Avec :

q : débit à distribuer

t : durée du tour d'eau

S : superficie équivalente à la demande

- Débit limite de fonctionnement pour le secondaire (par semaine) :

On calcule dans un premier temps un débit fictif continu :

$$q_{fc} = \left(\frac{\text{DébitCP}}{\text{Surface totale}} \right) \text{ (l/s/ha)}$$

Chaque secondaire ayant une surface maximale irrigable fixée, on obtient un débit maximal par prise, en considérant que toutes les prises secondaires doivent répondre à une demande maximum, ce qui n'est pas toujours le cas (la demande réelle peut être inférieure à la demande maximale du fait de l'endettement de certains agriculteurs).

- Fréquence du tour d'eau :

La durée du tour d'eau dépend de la dotation accordée (nombre d'heures par hectare), de la demande (correspond à la superficie) et de la main d'eau en sortie du tertiaire qui est de 30 l/s sauf exception. Le gestionnaire est toujours amené à considérer en même temps la dotation à l'hectare et la durée du tour d'eau, car les deux sont liées. Du fait, de la situation climatique caractéristique d'un climat aride, il est évident que le choix d'une durée de tour d'eau est assez restreint. Cependant, la dotation minimale accordée ne peut franchir un seuil de 3 h/ha, dotation pour laquelle il devient difficile pour les agriculteurs de manipuler à la parcelle un volume si faible, ce qui peut entraîner des fréquences de retour de l'eau à la parcelle de l'ordre de 15 jours.

1.2. Eaux souterraines

La nappe est aussi sujette à une baisse similaire des apports lors d'une année sèche. En effet, l'étude des données climatiques des trente dernières années montre que la région a connu une sécheresse fréquente. Ce phénomène a été très accentué ces quatre dernières années dont la pluviométrie n'a pas dépassé 250 mm. Cette situation semble

avoir eu une incidence sur les stratégies développées par les agriculteurs qui ont été obligés de recourir à l'exploitation des eaux souterraines. Cette exploitation excessive de la nappe a provoqué une diminution de niveau piézométrique ce qui a engendré une augmentation de coût de pompage, ainsi à une baisse de revenu des agriculteurs. De ce fait, les répercussions d'une succession des années climatiques sèches sur le rabattement des niveaux de la nappe et sur les problèmes de salinisation probable des sols a été bien remarqué à l'échelle des exploitations échantillonnées dont les agriculteurs ont recourt au remplacement des puits existants par des forages plus profonds.

2. UTILISATION ET GESTION DES RESSOURCES EN EAU A L'ECHELLE DU TERTIAIRE P13TD5B

Dans notre zone d'étude, il y a une diversité quant à l'utilisation des ressources en eau: (cf. annexe 7)

- utilisation unique de l'eau du réseau géré par l'ORMVAT;
- utilisation conjointe de l'eau du réseau et l'eau de la nappe, avec un accès plus fréquent à l'eau souterraine par rapport à l'eau de surface;
- utilisation conjointe de l'eau du réseau et l'eau de la nappe, avec un accès plus fréquent à l'eau de surface par rapport à l'eau souterraine;
- utilisation unique de l'eau de la nappe.

2.1. Facteurs incitant les agriculteurs à l'utilisation conjuguée des ressources en eau

L'utilisation conjuguée des eaux de surface et souterraines a été développée d'une manière accrue dans le périmètre des Beni-Amir. C'est le cas aussi dans le tertiaire choisi. Selon les agriculteurs, le recours à l'utilisation des deux ressources dépend de certains facteurs qui peuvent être résumés de la manière suivante :

- Suite à la période de sécheresse et les prélèvements de l'eau depuis l'oued Oum Rbiâ pour desservir un autre périmètre irrigué (Doukkala), les ressources en eau de

surface ont diminué. Afin de sécuriser leur production et sauvegarder leur cheptel les agriculteurs ont adopté la motopompe;

- La possibilité de diversification de leur système de production et d'introduire d'autres cultures plus rémunératrices;
- La possession d'un puits ou d'un forage permet à l'agriculteur d'avoir une autonomie dans sa pratique d'irrigation. En effet, les agriculteurs qui ont un accès unique à l'eau de surface restent toujours dépendants de l'Office pour l'irrigation et si par mal chance il y'a une anomalie dans le réseau gravitaire (chute d'un bief du canal...) pendant les périodes les plus critiques du cycle des cultures, ils risquent de tout perdre.

Ainsi, on remarque la nécessité d'avoir l'accès à l'eau souterraine pour apporter un supplément d'irrigation.

2.2. La gestion des ressources en eau

2.2.1. Exploitation unique des ressources en eau de surface

Les agriculteurs appartenant à cette catégorie sont privés d'une autonomie et une souplesse quant à l'utilisation des ressources en eau. Ils pensent toujours à l'exploitation de la nappe souterraine, mais leurs hésitations viennent de plusieurs raisons :

- Manque de moyens financiers;
- Possession d'une superficie inférieure à 2 ha (pour certains agriculteurs);
- Le problème d'héritage qu'a empêcher l'agriculteur **1** (AG1) d'installer un forage. En effet, sans intervention de l'Office, il a décidé avec les autres cohéritiers de partager la terre. Mais s'il adopte la motopompe pour irriguer ces parcelles, les autres héritiers vont demander de répartir le patrimoine terre à nouveau pour qu'ils puissent profiter de son forage;
- Pour les terres qui sont exploitées en mode de faire valoir indirect, la décision d'installer un forage vient toujours de la part du propriétaire. Mais si ce dernier ne

s'intéresse pas à l'agriculture, le locataire ne va pas investir dans une terre qui ne lui appartient pas.

2.2.2. Exploitation conjointe des eaux de surface et des eaux souterraines

Dans cette catégorie, certains agriculteurs utilisent les eaux de surface pour irriguer leurs cultures et n'ont recours aux eaux souterraines que pour un complément d'irrigation, c'est le cas de la plupart des agriculteurs qui conjuguent l'utilisation des deux ressources.

D'autres comptent sur les eaux souterraines pour l'irrigation, alors qu'ils n'ont recours aux eaux de surface que pour un complément d'irrigation. Cette idée est développée par une minorité évaluée à 12 %. C'est le cas des agriculteurs **6** et **7** associés avec leur troisième frère dans l'exploitation d'un forage. Ces agriculteurs sont conscients de coût élevé d'exploitation de forage et aussi le problème de salinité qu'il peut générer, mais leur utilisation fréquente des eaux souterraines est expliquée par d'autres raisons d'ordre social. En effet, leurs parcelles sont situées dans le deuxième bloc du tertiaire et leur frère exploite une terre sur le premier bloc et à cause de problème de contre pente, ils ne peuvent pas mobiliser l'eau du forage pour irriguer ces parcelles. Ainsi, ils sont obligés de lui céder leur dotation en eau de surface en alternance.

Deux modes d'utilisation conjointe des ressources en eau sont présents au niveau des exploitations :

- Utilisation mixte

Il s'agit de mélanger à chaque tour d'eau au niveau du canal ou dans l'arroiseur l'eau du réseau et celle de la nappe. Pour savoir les proportions de mélange, on a effectué les mesures suivantes :

Grâce à l'appareil de mesure de la vitesse "Flot Mate", on a pu mesurer la vitesse moyenne dans chaque bief du tertiaire ainsi que la hauteur d'eau, donc on a trouvé une main d'eau en moyenne de 30 l/s

Ainsi, sachant que la main d'eau est de 30 l/s, Les proportions de mélange dépendent de débit pompé de forage de chaque agriculteur qui lui aussi dépend de type de pompe et du niveau piézométrique de la nappe. D'après les agriculteurs, il avait des études qu'ont été effectuées à l'échelle du tertiaire pour le calcul des débits de pompage, ils ont trouvé des débits qui varient entre 12 l/s à 17 l/s.

Donc, la proportion de mélange est de 1/3 à 1/2 des eaux souterraines par rapport au mélange.

La raison principale qui incite les agriculteurs de procéder à ce mode d'utilisation est le gain de temps et ainsi de diminuer les frais de paiement de la main d'œuvre qui revient à 5 Dh/h. Les données du tableau 12 permettent d'évaluer le gain en coût de la main d'œuvre que peut générer le mélange des eaux par rapport à d'autres systèmes d'utilisation de la ressource en eau :

Tableau 12 : Evaluation du coût de la main d'œuvre pour un hectare irrigué

Système	Durée d'irrigation (h/ha)	coût de main d'œuvre (Dh/h)	Prix total (Dh)
Réseau unique	12	5	60
Réseau + forage	8	5	40
Forage unique	30	5	150

Source : enquêtes

Une autre raison d'ordre physique est évoquée. En effet, ce mélange a pour but de réduire le taux salinité des eaux souterraines. A titre d'exemple, dans le cas d'un mélange où les eaux souterraines représentent 1/4 du mélange avec une salinité de 4.5 g/l (CDA 537, 1994) le mélange réduit la salinité des eaux appliquées à 1.5 g/l soit une amélioration de 66 % (Jebbour, 1995).

- Utilisation alternée

Il s'agit d'alterner les irrigations avec l'eau du réseau et avec les eaux de la nappe. Cette pratique est remarquée surtout chez l'agriculteur **10** qui irrigue avec l'eau de forage à chaque fois qu'il y a un retard ou une coupure des eaux de surface. Avec l'eau

de la nappe, il irrigue surtout les deux premières parcelles qui sont à proximité de forage.

Les agriculteurs sont aussi conscients de l'importance de cette pratique d'irrigation. En effet, ils décrivent son effet par un "lavage du sol" c'est à dire un lessivage des sels.

2.2.3. Exploitation unique de la nappe

Cette utilisation est observée uniquement chez l'agriculteur **2**, mais sur des parcelles qui ne font pas partie du tertiaire (TD5B) et qui sont irriguées avec le forage qui se trouve dans le tertiaire. Derrière cette utilisation unique de l'eau de la nappe un grand problème d'héritage. En effet, l'agriculteur a décidé de payer ces dettes à l'Office, mais les autres héritiers ont refusé. Ainsi, sur les 4,88 ha il exploite uniquement 1,2 ha sous une autorisation de l'Office de mobiliser les eaux de forage pour irriguer ces parcelles.

D'autres cas ont été observés, par exemple des agriculteurs qui irriguent avec l'eau de la nappe les parcelles qui sont proches du forage.

L'association entre les agriculteurs dans l'exploitation d'un forage est très remarquée dans ce tertiaire. Le tableau 13 présente ces associations avec le nombre des agriculteurs qui exploitent le même forage :

Tableau 13 : L'association entre agriculteur dans l'exploitation d'un même forage

Numéro de bloc	Matricule	Nombre d'agriculteurs associés
1	04865-04866	2
2	04868	3
2	04869	3
3	04879-04877	2

Source : Enquêtes

Comme il a été mentionné précédemment ces forages peuvent toujours servir à d'autres agriculteurs en cas de besoin. Concernant le transport de l'eau de la nappe à la parcelle, les agriculteurs ont développé plusieurs techniques. Parmi lesquelles on cite :

- Transport de l'eau pompée par des tuyaux en plastique ou bien des conduites jusqu'au tertiaire;

- Par des tuyaux ou conduites, ils lâchent l'eau dans le puisard en contact avec la seguia d'amenée. Ce cas provoque des pertes énormes de l'eau surtout pour les agriculteurs qui se trouve à l'aval;
- Stockage de l'eau dans un petit bassin en béton à côté de la station pour ralentir la vitesse d'eau, ainsi l'eau est lâchée directement dans l'arroseur (cf. figure 14).



Figure 14 : Bassin en béton pour la réception d'eau pompée

3. EVALUATION DES CONSOMMATIONS EN EAU PAR LES AGRICULTEURS DU TERTIAIRE

La manière dont les agriculteurs pratiquent le pompage dans la nappe ainsi que la manière dont ils gèrent cette ressource à la parcelle et leur sensibilité vis-à-vis du problème de la salinité représente une grande interrogation pour l'ORMVAT. Les enquêtes réalisées sur le terrain visent à déterminer les indicateurs et les motivations des agriculteurs pour l'exploitation de la ressource ainsi qu'une estimation des volumes pompés pendant la campagne 2001/2002.

N.B : Dans notre calcul des volumes de l'eau, on a pris en considération l'ensemble de l'exploitation y compris les parcelles qui se trouvent hors tertiaire.

3.1. Eaux de surface

A partir des enquêtes, on a essayé de savoir comment l'agriculteur distribue les volumes reçus en eau de surface sur toutes les cultures pratiquées,. A l'aide des fiches MV3 préparées par les techniciens de l'Office, on a ajusté les données prises auprès des agriculteurs pour aboutir enfin à un programme d'irrigation bien détaillé le long de la campagne agricole (2001ration /2002).

Concernant la redevance en eau d'irrigation, elle a connu une variation lors de cette dernière campagne agricole. Elle est passée de 0,18 Dh/m³ pour la campagne 2000/2001 à 0,2 Dh/m³ pour la campagne 2001/2002 à l'exception du premier tour d'eau du mois de septembre 2001.

Le tableau 14 récapitule les volumes mensuels reçus par les exploitations enquêtées en tenant compte de la vente d'eau entre les agriculteurs surtout les membres de la même famille (AG5, AG6 et AG7).

Tableau 14 : Volumes d'eau (en m³) mensuellement distribués par l'Office pour les différents agriculteurs en prenant en considération les parcelles situées hors tertiaire

	SAU (ha)	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Total /ha
AG1	3	1080	1080	1080	540	0	864	540	324	648	756	324	648	2611
AG2	4,3	2160	1512	2052	648	0	1836	1080	216	1728	1296	1188	1188	3418
AG3	2,9	1944	1944	2052	1404	0	1620	0	648	1296	1512	1296	1296	5213
AG4	2,2	1728	1296	1728	1080	0	1296	756	540	1188	1296	1080	1188	6044
AG5	1,9	2160	2592	2592	1620	0	1728	1296	864	1836	1728	1728	1404	10181
AG6	2	1080	432	864	0	0	432	648	0	432	389	432	432	2596
AG7	2	213	864	432	0	0	432	0	432	432	464	432	0	1869
AG8	2	1293	1296	1296	648	0	864	648	432	864	853	864	432	4793
AG9	1,2	1447	1372	1447	292	0	637	346	0	821	184	864	259	6390
AG10	2,8	1944	1944	2160	972	0	1620	972	648	1296	1404	1296	1512	5672
AG11	23	6048	8856	9612	7668	0	13176	0	0	9612	6264	11988	9828	3611
AG12	6	2592	2484	2592	1188	0	2160	1188	0	2592	864	2160	2700	3381
AG13	6,5	1728	1728	4592	2916	0	3672	1296	0	4104	2160	3672	1998	4300
AG14	1,2	1447	1372	1447	292	0	637	346	0	821	184	864	259	6391
AG15	4,4	2804	2664	2804	1823	0	2383	1262	0	3085	701	3225	981	4895

Source : Enquêtes

3.2. Eaux souterraines

Il est vraiment difficile d'évaluer les volumes exactement pompés par les agriculteurs durant toute une campagne sans une présence permanente dans l'exploitation. Même une comparaison entre l'année en cours et la campagne précédente ne peut pas fournir des résultats fiables à cause des conditions climatiques très variables. Puisque les agriculteurs utilisent souvent l'eau de nappe comme complément à l'eau de surface, soit en mode mixte ou alterné, les dates des différents tours d'eau ont permis à l'agriculteur de se souvenir des irrigations par pompage ainsi que la durée de fonctionnement de dispositif motopompe.

Si l'agriculteur a une liberté dans l'exploitation de son forage, il est contraint d'un coût élevé de pompage qui est lié à la nature de la culture et à la qualité de service de l'eau de surface. Ainsi il n'a recours au pompage que lorsqu'il est justifié.

a) Calcul du coût de pompage :

Le coût de pompage diffère d'une exploitation à l'autre, il dépend des caractéristiques du groupe motopompe.

Exemple de calcul pour l'exploitation AG10 :

Les paramètres de calcul sont les suivants :

- Coût fixe C_f :
 - Investissement de base :

* Coût de creusement du forage	: 20.000 Dh
* Prix d'achat de la pompe	: 15.000 Dh
* Prix d'achat du moteur	: 17.400 Dh
* Coût de construction de l'abri	: 4.000 Dh
Total	: 56.400 Dh
 - * Amortissement (sur 10 ans) : 5.640 Dh
 - Charges fixes :

* Entretien	: 1.500 Dh
-------------	------------

$$C_f = 1500 + 5640 = 7140 \text{ Dh}$$

- Coût variable :

- * Puissance installée (en CV) : 11
- * Débit d'exploitation : 15
- * Prix du gazoil (en Dh/l) : 6
- * Consommation normale du moteur (en l/CV.h) : 0,25

$$C_v = \left(\frac{11 \times 0,25 \times 6}{15 \times 3600 \times 10^{-3}} \right) = 0,305 \text{ Dh/m}^3$$

La même procédure a été faite pour le calcul du coût de pompage pour les autres exploitations. On a trouvé un coût variable moyen de 0,3 Dh/m³.

b) Estimation des quantités pompées

L'estimation des quantités pompées est faite sur la base des enquêtes auprès les agriculteurs. Généralement, les agriculteurs surestiment les volumes d'eau utilisés pour qu'ils puissent montrer que leur gain est faible. Ainsi, connaissant les débits d'exploitation des différents forages et grâce aux résultats d'enquêtes sur la durée de fonctionnement du dispositif motopompe pour l'irrigation, les volumes pompés ont été évalués le long de la campagne agricole (2001/2002).

Tableau 15 : Volumes d'eau (en m³) mensuellement pompés par les agriculteurs du tertiaire en prenant en considération les parcelles situées hors tertiaire

	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Total/ ha
AG2	2333	1814	3024	864	0	3456	2290	2074	2376	2117	2722	2246	5887
AG3	86	432	1382	562	0	1944	1296	605	1987	1987	1987	1987	5091
AG6	648	0	0	0	648	1296	2576	658	4752	6210	5888	4538	13607
AG8	2268	0	2808	0	0	1728	0	0	4104	4104	5184	5724	12960
AG9	1224	1163	979	0	612	337	122	1101	2050	4100	3244	4712	16370
AG10	1728	1080	2376	0	1296	2916	2268	0	6264	8532	10152	10152	16821
AG11	3564	2268	7452	0	0	2592	648	648	2268	2258	6156	3564	1366
AG13	0	0	0	0	0	0	0	0	1944	1620	1944	5508	1694
AG14	1124	1275	1390	0	0	320	220	856	2274	4440	3268	4735	16585
AG15	4162	3917	8813	3305	0	3672	5508	1836	10404	7711	7834	6487	14335

Source : Enquêtes

D'après le tableau 15, on constate que les volumes pompés pour certains agriculteurs sont importants. Plusieurs raisons peuvent expliquer cette utilisation excessive des eaux souterraines :

- La campagne 2001/2002 était une campagne sèche, les précipitations n'ont pas dépassé 230 mm.
- En plus de la luzerne, les agriculteurs installent d'autres cultures d'été (sésame, sorgho fourrager et maïs fourrager). Ainsi, la station de pompage fonctionne durant toute une campagne agricole.
- Mode de faire valoir indirect (cas de l'agriculteur AG10) favorise cette exploitation excessive de la nappe notamment avec le partage des charges de l'exploitation. En contre partie les recettes seront aussi partagées. Dans ce cas le but de l'exploitant est de faire un bon rendement qu'il croit dépendant de l'importance des quantités d'eau à apporter.
- L'abreuvement du cheptel et la consommation de ménage sont assurés par l'eau du forage.

Pour d'autres agriculteurs (AG11 et AG13), les quantités pompées sont faibles pour les raisons suivantes :

- Pour AG11, il a une grande exploitation (23 ha) partagées sur deux tertiaires, il exploite l'eau souterraine dans un seul tertiaire pour une superficie de 6 ha. Ainsi en prenant en considération l'ensemble de l'exploitation le volume pompé sera trop faible.
- Pour AG13, il a installé son forage en fin de la campagne 2001/2002. Ainsi, il a exploité l'eau souterraine uniquement durant les quatre derniers mois de la campagne.

3.3. Confrontation entre les quantités consommées en eau de surface et en eau souterraine

Pour mieux évaluer l'ampleur de l'utilisation de l'eau souterraine par rapport à l'eau de surface, le tableau 16 donne les proportions de volumes pompés par rapport aux dotations du réseau pour chaque agriculteur du tertiaire P13TD5B :

Tableau 16 : Ratio des volumes pompés par rapport aux dotations du réseau. (résultats d'enquêtes pour la campagne 2001/2002)

Agriculteurs	Volume total réseau m³/ha/an	Volume total pompé m³/ha/an	Ratio(volume total pompé/volume total réseau)
AG2	3418	5887	1,66
AG3	5213	5091	0,98
AG6	2596	13607	5,24
AG7	1869	19092	10,2
AG8	4793	12950	2,70
AG9	6390	16370	2,56
AG10	5672	16821	2,97
AG11	3611	1366	0,37
AG13	4300	1694	0,39
AG14	6391	16585	2,59
AG15	4895	14335	2,93
Moyenne	4054	6291	1,55

D'après le tableau 16, on constate qu'il existe à l'échelle des exploitations d'un même tertiaire une grande diversité vis-à-vis du pompage. En effet, le ratio (volume total pompé/volume total réseau) varie de 0,37 jusqu'à 10 et il est généralement d'autant plus important que l'exploitation est de petite taille.

Ces résultats montrent l'importance accordée au pompage par l'ensemble des agriculteurs, mais il reste toujours un complément d'irrigation pour satisfaire les besoins des cultures.

4. CONCLUSION

D'après les résultats précédents, la possession d'un puits est conseillée pour les agriculteurs du tertiaire, dans la mesure où l'utilisation de la ressource en eau souterraine est bien gérée. En effet, grâce à l'utilisation de forage, les agriculteurs peuvent faire face aux principales contraintes liées à l'utilisation du réseau (rigidité dans les dates et les durées des irrigations/offre aléatoire et souvent insuffisante par rapport à la demande).

La durée de fonctionnement du forage dépend du débit de la pompe, de l'estimation des besoins d'irrigation par l'agriculteur ainsi que de sa trésorie. Les agriculteurs qui n'ont pas un problème d'achat du gasoil sont conscients du problème de salinité qui peut être généré par une utilisation fréquente de l'eau souterraine. Cependant, pour eux le pompage est principalement conditionné par le manque d'eau du réseau alors que le problème de salinité est secondaire.

TROISIEME PARTIE

MODELISATION DU FONCTIONNEMENT DES EXPLOITATIONS AGRICOLES

CHAPITRE 7 : MODELISATION DES EXPLOITATIONS AGRICOLES DU TERTIAIRE

1. FONCTIONNEMENT DES EXPLOITATIONS AGRICOLES

1.1. Introduction

La modélisation des exploitations agricoles exige beaucoup de travail sur le terrain et la collecte de maximum d'informations sur le fonctionnement des exploitations agricoles. Compte tenu de la disponibilité et la nature des données, on a opté pour des enquêtes de terrain. "Un des caractères de l'enquête est de partir de la réalité pour recueillir des opinions, collecter des renseignements, faire des observations, effectuer des mesures" (Gras et al., 1989).

Ainsi, pour bien comprendre le fonctionnement des exploitations agricoles, le travail a été réalisé sur deux étapes principales :

- des enquêtes sur le terrain étalées sur une période de quatre mois. L'outil de travail est un questionnaire (cf. annexe 10);
- utilisation d'un outil d'aide à la décision (Olympe) qui permet d'analyser d'une manière approfondie le processus de fonctionnement des exploitations. Il offre une visualisation des résultats aussi détaillée que possible, et répond bien aux exigences de nos enquêtes.

1.2. Fonctionnement du programme

1.2.1. La base de données

Elle permet de définir les données d'ordre générales et d'identifier les différentes exploitations du tertiaire entre autres les parcelles partagées qui se trouvent hors tertiaire.

- *Définitions*

Cette fonction permet de définir toutes les charges engagées et les produits végétaux ou animaux liés à l'activité agricole. A travers cette fonction, on va pouvoir définir l'itinéraire technique des spéculations végétales et animales pour toutes les exploitations du tertiaire tout en indiquant la valeur de produit, le coût ainsi que les marges.

* **Cultures** : A partir des résultats d'enquêtes, des fiches technico-économiques ont été établies pour toutes les cultures pratiquées au niveau des exploitations du tertiaire. Signalons que les valeurs des données au niveau de ces fiches sont calculées à partir des moyennes relatives à toutes les exploitations.

Dans notre travail, la charge d'irrigation en quantité et en valeur est distinguée des autres charges, car elle constitue un poste clé dans l'appareil de production.

* **Les plantations et les cultures pluriannuelles** : Il s'agit aussi de l'élaboration des fiches technico-économiques tout en précisant le nombre de pieds (olivier), la superficie (luzerne), la date de plantation et de semis.

* **L'élevage** : Cette fonction permet de définir les produits et les charges de l'activité élevage que se soit bovin ou ovin.

Concernant la production laitière, deux types de lait ont été définis dans le modèle: B1 et H1, parce que le long de l'année il y'a deux périodes de production dans lesquelles le prix change :

- la première période : de la deuxième quinzaine de février jusqu'à la première quinzaine de mois d'août, le prix est de 2,5 Dh/l;
- la deuxième période : de la deuxième quinzaine d'août jusqu'à la première quinzaine de février, le prix est de 3 Dh/l.

L'ensemble de ces fonctions nous a permis de dégager toutes les recettes ainsi que les dépenses pour chaque agriculteur. Et comme on s'intéresse à la consommation en eau,

on aura la possibilité de visualiser les quantités d'eau consommées tous les mois de la campagne 2001/2002 ainsi que les charges correspondantes.

- *Définitions des agriculteurs*

Pour chaque agriculteur, des données relatives aux occupations du sol, le nombre des pieds d'olivier et un inventaire des animaux (bovins et ovins) présents au niveau de l'exploitation ont été introduit dans le modèle. On définit aussi les charges de structure tel que les frais d'entretien du matériel et les différentes immobilisations (Investissement dans le creusement d'un forage et les autres équipements).

1.2.2. Définitions des aléas

Ce poste constitue le champ d'action de modèle avec la possibilité de créer des variantes qui permettent de représenter les différents scénarios de simulation. En effet, il est improbable qu'on trouve des exploitations qui produisent au même coût ni au même rendement. Ainsi grâce à cette fonction, on peut toucher la diversification de point de vue investissement et production qui peut exister entre les différentes exploitations et que le modèle ne prend pas en compte.

1.2.3. Les résultats du modèle

Le programme permet de visualiser les résultats avec ou sans aléas d'une exploitation concernant les occupations du sol, les charges et les produits en quantité et en valeur et des résultats économiques (marge brute, trésorerie, bilan...)

On peut aussi créer des ensembles d'agriculteurs selon leur mode d'accès à la ressource en eau et de visualiser ainsi des résultats agrégés.

Ce modèle nous permet d'importer les données et les résultats sur un tableur (Excel) pour construire des graphiques et d'apporter ainsi des réflexions.

1.2.4. Les indicateurs

Un indicateur est un résultat technique, économique ou financier non fourni en standard par Olympe, mais qu'on peut produire à partir des données du projet.

La construction de l'indicateur comprend dans un premier temps la description proprement dite de l'indicateur, dans un deuxième temps, la compilation du fichier d'indicateurs qui est un processus s'assurant de la compréhension par Olympe des descriptions effectuées et les traduisant sous la forme "exécutable".

Les résultats standards donnés par Olympe sont calculés à partir des données générales. Ces données sont applicables pour tous les agriculteurs du tertiaire. En réalité, les agriculteurs n'utilisent pas les mêmes quantités de l'eau pour irriguer les cultures, soient ils sur-irriguent ou bien ils sous-irriguent. Cette variation peut affecter les résultats économiques des exploitations. Pour tenir compte de cette variation des variables et des indicateurs ont été créés.

- Variables

- * *Eau_affectation* : - Pourcentage eau réseau
- Pourcentage eau pompage

Cette variable permet au niveau du modèle de différencier entre les agriculteurs selon leur type d'accès à la ressource. Pour les agriculteurs ayant un accès unique à l'eau de surface la variable *eau_affectation* est égale à 100 %.

- * *Disponibilité eau réseau* : Au niveau de cette variable, les quantités d'eau réellement consommées par les agriculteurs ont été définies sur la base des fiches MV3 (cf. paragraphe 3.1. du 6^{ème} chapitre).

- * *Consommation forage* : D'après les enquêtes, les volumes pompés mensuellement ont été calculés. Ainsi, la création de cette variable nous a permis d'introduire au niveau de modèle les quantités d'eau pompées pour chaque agriculteur le long de la campagne 2001/2002.

- Indicateurs :

* *Dose théorique pompée*

Pour chaque mois on applique l'équation suivante :

$$\text{(Quantité charge : Eau: Eau_Septembre)} - \text{(Variable : Disponibilité eau réseau : Dispo_Septembre)}$$

Le premier terme de l'équation constitue le besoin brut en eau de culture alors que le deuxième le volume en eau du réseau délivré par l'ORMVAT.

Ainsi en appliquant cet indicateur, il sera facile d'évaluer la dose que l'agriculteur doit pomper pour satisfaire aux besoins de ces cultures.

* *Quantité eau réellement consommée*

Cet indicateur permet de déterminer la quantité d'eau que chaque agriculteur a consommé durant chaque mois le long de la campagne.

Pour chaque mois, on applique l'équation suivante :

$$\text{(Variable : Disponibilité eau réseau : Dispo_Septembre)} + \text{(Variable : Consommation forage : Cons_Septembre)}$$

* *Charge_eau*

Cet indicateur nous permet de déterminer pour chaque mois le montant dépensé en Dh pour utiliser l'eau de surface et/ou souterraine.

$$\text{(0.2*Variable : Disponibilité eau réseau: Dispo_Septembre)} + \text{(0.3*Variable : Consommation forage : Cons_Septembre)}$$

* *Marge brute corrigée*

Puisque la marge brute calculée à partir des données standards par Olympe traduit le résultat des données générales et la charge d'eau utilisée correspondre aux besoins bruts

théoriques, ainsi cet indicateur nous permet de visualiser une marge brute réellement réalisée par l'agriculteur.

** Marge brute globale*

Même raisonnement que celui de la marge brute corrigée, seules les équations qui changent.

- Pour les agriculteurs à accès unique à l'eau de surface (MGB Agri_réseau)

**Indicateurs : Marge brute corrigée : Marge brute Agri_Réseau
+ Poste : Recettes_Diverses - Poste : Dépenses_Diverses**

- Pour les agriculteurs qui utilise le mélange de l'eau de surface et l' eau souterraine (MBG Agri_Mélange)

**Indicateurs : Marge brute corrigée : Marge brute Agri_Mélange
+ Poste : Recettes_Diverses - Poste : Dépenses_Diverses**

** Excédent brut de l'exploitation corrigé*

On a considéré l'excédent brut d'exploitation comme un repère pour apprécier la rentabilité des différentes simulations.

EBE = Marge brute globale – Autres charges de structure

L'EBE constitue la ressource financière potentielle, d'origine interne à l'entreprise engendrée au cours d'un exercice pour son activité professionnelle courante.

L'EBE est d'un intérêt primordiale. C'est l'indicateur le plus pur et le plus synthétique de la performance économique réalisée par une entreprise.

Comme la marge brute, deux types de l'excédent brut de l'exploitation ont été définis :

- Pour les agriculteurs ayant accès unique à l'eau de surface (EBE Agri_Réseau)

Indicateurs : Marge brute globale : MBG Agri_Réseau - Poste : Charges_structures

- Pour les agriculteurs qui utilise le mélange de l'eau de surface et l'eau souterraine (MGB Agri_Mélange)

Indicateurs : Marge brute globale : MBG Agri_Mélange - Poste : Charges_structures

* *Valorisation d'eau d'irrigation : productivité de l'eau (DH par m3)*

- Pour les agriculteurs ayant accès unique à l'eau du réseau :

(Indicateur: Marge brute corrigée: Marge brute Agri_réseau) / (Indicateur : Quantité eau réellement consommée: Quantité

- Pour les agriculteurs utilisant d'une manière conjointe l'eau du réseau et l'eau de la nappe :

(Indicateur :Marge brute corrigée:Marge brute Agri_Mélange) / (Indicateur: Quantité eau réellement consommée: Quantité consommée_totale)

1.2.5. Etat de sortie

Un état de sortie est une liste de résultat, de données ou d'indicateurs qui produit un tableau croisé dans lequel la valeur de chacun des éléments est restituée pour chacune des années définies par le projet.

2. EXEMPLE DETAILLE SUR LE FONCTIONNEMENT DES EXPLOITATIONS AGRICOLES DU TERTIAIRE : EXPLOITATION AG3

Pour bien comprendre le fonctionnement des exploitations agricoles au niveau de ce tertiaire, on va traiter un exemple bien détaillé avec accès à l'eau de surface et l'eau souterraine. Ce même travail est réalisé pour la quasi-totalité des exploitations de tertiaire pour pouvoir dégager des informations qui vont être appliquées pour l'ensemble au niveau du modèle.

Cette étude comporte une présentation générale de l'exploitation, puis une étude technico-économique aussi bien pour la production végétale que pour la production animale.

2.1. Présentation de l'exploitation

C'est une exploitation caractérisée par l'élevage, ainsi la plupart des cultures pratiquées sont surtout des cultures fourragères. D'autres spéculations comme le blé tendre sont présentes au niveau de cette exploitation dont la production est destinée surtout à l'autoconsommation.

2.1.1. Identification de l'exploitation

- | | |
|--------------------------------|----------------------------------|
| - Sous périmètre : Béni- Amir. | - Statut juridique : Melk |
| - CDA : 504. | - Superficie totale : 2.88 Ha |
| - Prise secondaire : P13 | - Superficie irriguée : 2.84 Ha |
| - Tertiaire : P13TD5B | - Mode de faire valoir : Direct. |

* Mode d'irrigation

Cette exploitation a un accès à l'eau de surface et à l'eau souterraine. Le système d'irrigation utilisé est la robta traditionnelle. Le niveau de la nappe varie entre 30 m lors d'une année sèche (2001/2002) et 10 m en année humide (2002/2003).

* Type du sol : brun iso humique (nom vernaculaire : El Hemri).

2.1.2. Exploitant et sa famille

- L'exploitant (41 ans) est le gérant de l'exploitation;
- Le frère de l'exploitant travaille à plein temps sur l'exploitation et il aide l'exploitant dans la plupart des travaux;
- Trois enfants (2 garçons et une fille) qui s'occupent surtout des vaches laitières;
- La femme de l'exploitant et celle de son frère s'occupent de la traite et les travaux de ménage.

En général, le travail à l'intérieur de l'exploitation est assuré par le père (l'exploitant) et son frère.

L'exploitant ne possède pas une famille à l'étranger. Il est privé d'un revenu extérieur qui peut lui donner un coup de main pour une meilleure conduite de ses travaux.

2.1.3. Equipement

- Maison : 100 m²
- 2 Bâtiments d'élevage : 300 m²
- Petit matériel : Pulvérisateur à dos, sape, râteau, araire, charrue...

L'exploitant n'a pas pu creuser un forage par ces propres moyens, c'est pour cette raison qu'il s'est associé en moitié avec un autre agriculteur sur le même tertiaire (Agriculteur 2).

* Caractéristiques du forage

- | | | | |
|-----------------------|----------|------------------------|----------|
| - Année de creusement | : 2000 | - Profondeur | : 128 m |
| - Débit estimé | : 12 l/s | - Consommation moyenne | : 30 l/j |

Tableau 17 : Le coût de creusement du forage et d'achat d'équipement d'une station de pompage pour l'exploitant AG3.

Opération et matériels	Coût (Dh)	Observations
Pompe Alta 3,5"	10.000	Bonne occasion
Moteur Deutz	15.000	Bonne occasion
Creusement	20.000	
Coût total	45.000	

Source : Enquêtes

2.1.4. L'état parcellaire

L'exploitation est subdivisée en cinq parcelles et dans chaque parcelle on peut retrouver une à deux cultures.

- Campagne : **2000/2001**

Direction d'eau dans le tertiaire
→

Luzerne *SAU : 0,56 ha	Bersim *SAU : 0,5 ha	Luzerne+bersim *SAU : (0,28+0,28) ha	Blé tendre *SAU : 0,56 ha	Luzerne *SAU : 0,56 ha
------------------------------	----------------------------	--	---------------------------------	------------------------------

- Campagne : **2001/2002**

Direction d'eau dans le tertiaire
→

Luzerne *SAU : 0,56 ha	Orge+Blé tendre *SAU : (0,2+0,3) ha	bersim+Luzerne *SAU : (0,28+0,28) ha	Blé tendre *SAU : 0,56 ha	Luzerne *SAU : 0,56 ha
------------------------------	---	--	---------------------------------	------------------------------

- Campagne : **2002/2003**

Direction d'eau dans le tertiaire
→

Luzerne *SAU : 0,56 ha	Blé tendre *SAU : 0,5 ha	Luzerne+Blé tendre *SAU : (0,28+0,28) ha	Bersim *SAU : 0,56 ha	Luzerne *SAU : 0,56 ha
------------------------------	--------------------------------	--	-----------------------------	------------------------------

Le tableau 18 résume les occupations du sol pendant l'année en cours et ces dernières années :

Tableau 18 : Superficie en hectare des différentes spéculations au niveau de cette exploitation

Cultures	Superficie (ha)		
	2000/2001	2001/2002	2002/2003
Luzerne	1.4	1.4	1.4
Blé tendre	0.56	0.86	0.78
Bersim	0.84	0.3	0.56
Orge	-	0.2	-
Sorgho fourrager	0.28	0.3	Probable à la place de bersim

Source : Enquêtes

L'olivier est évalué à 30 pieds, il est disposé en inter sole et il couvre une superficie d'environ 0.08 ha.

2.1.5. Le rendement réalisé en campagne agricole 2001/2002

Le tableau 19 résume les rendements réalisés pour les cultures pratiquées au niveau de l'exploitation pour la campagne 2001/2002.

Tableau 19 : Production réalisée pour les différentes cultures (campagne 2001/2002)

Cultures	Superficie (ha)	Production
Luzerne	1.4	800 balles + Luzerne verte
Blé tendre	0.86	30 qx
Bersim	0.3	Nourriture du bétail
Sorgho fourrager	0.3	Nourriture du bétail
Orge	0.2	7 qx
Olivier	30 pieds	1 qx/pied

Source : Enquêtes

Pour la luzerne, et comme il a été indiqué dans le tableau, il y a deux types de produits:

- la luzerne verte laquelle on ne peut pas évaluer la production. Elle est destinée en totalité à l'alimentation du bétail;
- la luzerne sèche : 800 balles ont été récoltées, presque la moitié est destinée à l'alimentation des animaux alors que le reste est vendu. Le prix d'une balle est estimé à 25 Dh.

Pour le blé tendre le prix est évalué à 250 Dh/qx alors que celui d'une balle de paille a 9 Dh.

Pour l'olivier, l'agriculteur a vendu toute la production à 7500 Dh.

2.2. Etude technico-économique

2.2.1. Production végétale

- Travaux mécaniques

Tableau 20 : Coût des opérations de travail du sol et de la récolte

Charges	Nombre	Coût (Dh)/ha	Coût total (Dh)
- Labour profond	1	500	500
- Cover crop	3	150	450
- Confection des seguias	1	150	150
- moissonneuse batteuse	1	600	600
- Ramasseuse presse	-	2.5 Dh/balle	1500

Source : Enquêtes

- Semis

Tableau 21 : Date et dose de semis par culture

Cultures	Dose (kg/ha)	Date de semis	Coût (Dh/kg)	Coût total (Dh)
luzerne	80	Fin septembre	40	3200
Blé tendre	200	Début novembre	4.4	880
Bersim	80	Début octobre	12.5	1000
Orge	150	Début octobre	3.5	525

Source : Enquêtes

- Fertilisation

Tableau 22 : Quantité et coût d'engrais utilisés pour chaque culture

Cultures	Engrais	Quantité (qx/ha)	Coût unitaire	Coût total (Dh)	Date d'épandage
-Blé tendre	Ammonitrate	1	160	160	-Mi-Janvier
	Urée 46	0.5	170	85	-Mi-Janvier
	Fumier	15	-	-	-Début octobre
-Luzerne	Urée 46	1	170	170	-0.5 qx (Sept) 0.5 qx (juin)
-Bersim	Urée 46	2	170	340	-1 qx novembre
	Fumier	150	-	-	1 qx décembre
					-Septembre
-Orge	Ammonitrate	1	160	160	-Fin décembre
	Fumier	150	-	-	-Début octobre
-Olivier	Fumier	0.5 (qx/pieds)	-	-	-Janvier

Source : Enquête

* Remarques

- La quantité d'engrais pour le blé tendre dépend de la quantité de fumier épandu.

- L'année en cours (2002/2003) l'exploitant a ajouté l'engrais pour 0.5 ha de blé tendre, car il a remarqué une faiblesse et un jaunissement de la plante.
- On constate aussi l'absence des engrais de fond, il pratique uniquement les engrais de couverture.

- Protection phytosanitaire

Tableau23: Quantité et coût des produits phytosanitaires utilisés

Cultures	Produits	Quantité (l/ha)	Coût unitaire(Dh/l)	Coût total (Dh)	Date de traitement
-Blé tendre	-Hussar of	1	560	560	-Fin février
	-Linture 70 WG	150 g	500 Dh/Kg	75	-début-Janvie
-Luzerne	-Dursban	0.5	130	65	Mars
		1.5		195	Juin
		1.5		195	Juillet
		1.5		195	Août
		1.5		195	Septembre
Bersim	Dursban	2	130	260	Octobre
		2		260	Novembre
-Orge	Pas de traitement phytosanitaire pour l’orge				
-Olivier	?	0.5 l/ 30 pieds	10 Dh/ pieds	300	Février

Source : Enquêtes

- Notion de culture prioritaire

Comme la plupart des exploitants, la luzerne est la culture prioritaire sur l'exploitation pour plusieurs raisons :

- * Résistance au manque d'eau
- * Aliments pour le bétail
- * Vente sur les marchés locaux au directement aux agriculteurs.

2.2.2. Production animale

- Bovins

* Vaches laitières

- Nombre : 5
- Production : en moyenne de 12 l / vache/ jour
- Alimentation :

Tableau 24 : Aliments pour les vaches laitières

Produits	Quantite/vache/jour	Coût (Dh)
Luzerne sèche	1/3 de balle	8
Luzerne verte	Toute la production pour les bovins	
Pain	3 Kg	6
Son de blé	2 Kg	4
Bersim	Toute la production pour les bovins	
Sorgho fourrager	Toute la production pour les bovins	

Source : Enquêtes

- Achat et vente
 - Une vache laitière et son veau : 12 250 Dh.
 - Une vache laitière : 10 900 Dh.

* Autres catégories

- Nombre : 4 (3 velles et un veau)
- Achat :
 - Une génisse : 4 750 Dh
- vente :
 - Deux taurillons : 21 000 Dh
 - Une génisse : 5 000 Dh
 - Une velle : 4 000 Dh
- Ovins
 - Nombre : 20
 - achat : (03/08/2001) les 24 béliers ont 700 Dh/tête
 - Vente :
 - (22/01/2002) 10 têtes ont 1300 Dh/tête
 - (29/01/2002) 10 têtes ont 1300 Dh/tête

- Alimentation : 200 Dh/tête durant la période d'élevage.
- Frais vétérinaires : En moyen 1500 Dh/ an.

2.2.3. Main d'œuvres

- Conduite d'élevage : Main d'œuvre familiale (365 jours/an);
- Irrigation : Main d'œuvre familiale (51 jours pour la campagne sèche 2001/2002);
- Epandage d'engrais : Main d'œuvre familiale (11 jours/an);
- Traitement phytosanitaire : Main d'œuvre familiale (10 jours/an);
- Récolte de luzerne: Main d'œuvre familiale (9 jours/an) + 1 ouvrier(150 Dh/ha)
- Récolte de bersim : Main d'œuvre familiale (7 jours/an)

On constate que tous les travaux sont effectués par l'exploitant et sa famille.

2.3. Programme d'irrigation

Les tableaux 25, 26 et 27 donnent le nombre d'irrigation pour les différentes cultures pratiquées dans l'exploitation selon le type l'année (humide ou sèche).

- Culture : blé tendre

Tableau 25 : Programme d'irrigation de blé tendre pour l'exploitation AG3

Semis	Récolte	Conduite des irrigations	Observations
- Début novembre	Fin mai	*Une année sèche (2001/02) : - 1 irrigation septembre - 1 irrigation octobre - 1 irrigation mars - 1 irrigation avril - 1 irrigation début mai *Une année humide (2002/03) : - 1 irrigation mars - 1 irrigation avril	Le blé tendre est irrigué surtout avec le réseau, si on considère les 5 irrigations : - Trois par réseau - Deux par le mélange : eau de surface et eau de la nappe.

Source : Enquêtes

Le nombre des irrigations est différent, il dépend des conditions climatiques. En année sèche (2001/02), il varie entre 4 à 5 irrigations, en année humide (2002/03) varie entre une à deux irrigations.

En cette année le blé tendre jusqu'au mois mars n'est pas encore irrigué vu que la région a connu des pluies importantes.

L'agriculteur a décidé d'irriguer le blé tendre pendant le premier tour d'eau de février, mais avec la chute d'un bief du canal et les pluies le tour d'eau s'est annulé.

- Culture : luzerne

Tableau 26 : Programme d'irrigation de la luzerne pour l'exploitation AG3

Coupe	Conduite des irrigations	Observations
9 récoltes : - 6 sèche depuis le mois avril jusqu'au mois septembre. - 3 vertes.	*Une année sèche (2001/02) : - 2 irrigations par mois : mars, avril et mai - 3 irrigations par mois : juin, juillet et août - 2 irrigations par mois : septembre, octobre et novembre - 1 irrigation par mois : décembre, janvier et février *Une année humide (2002/03) : - 1 irrigation pendant mars - 2 irrigations par mois : Avril, mai - 3 irrigations par mois : Juin, juillet et août - 2 irrigations par mois : Septembre, octobre	La luzerne est irriguée par réseau et par forage. Pour une luzerne nouvelle, il ajoute deux autres irrigations. La première juste après semis et la deuxième 10 jours après.

Source : Enquêtes

La luzerne est irriguée d'une manière plus intense pendant les mois d'été (juin, juillet et août), elle prend souvent trois irrigations par mois. Le nombre des irrigations pour cette culture passe de 24 pendant une année sèche à 18 irrigations en année pluvieuse.

- Culture : bersim

Tableau 27 : Programme d'irrigation pour le bersim pour l'exploitation AG3

Semis	Coupe	Conduite des irrigations
- Début octobre	- 5 récoltes pendant une année humide	*Année sèche (2001/02) :
	- 7 récoltes pendant une année sèche	- 3 irrigations par mois : Septembre et octobre - 2 irrigations par mois depuis novembre jusqu'au mois d'avril. *Une année humide (2002/03) :
		- 1 irrigation pendant septembre - 2 irrigations pendant octobre - 1 irrigation pendant mars - 2 irrigations par mois : Avril et mai

Source : Enquêtes

3. CONCLUSION

Cette étude technico-économique nous a permis de comprendre le fonctionnement de l'exploitation agricole dans son ensemble et de mettre en évidence les différentes stratégies développées par les agriculteurs. De plus, elle permet d'avoir un référentiel qui constituera une base pour les définitions des différentes simulations. En effet, après avoir effectué cette étude, on a pu tirer les conclusions suivantes :

- Le travail à l'intérieur de l'exploitation est assuré par les membres de la famille, sauf l'opération de l'irrigation où la présence d'un ouvrier est indispensable surtout si le tour d'eau est livré pendant la nuit.
- Le même type d'assolement règne chez la plupart des exploitations, il s'agit des céréales (blé tendre et dur), les fourrages (luzerne, bersim et l'orge fourrager), et l'olivier
- Les agriculteurs sont dépendants de la coopérative laitière pour l'acquisition du matériel pour le travail du sol, confection des seguias et la récolte des céréales.

- La présence de l'élevage dans toutes les exploitations explique l'orientation des agriculteurs vers les cultures fourragères. En effet, l'élevage bovin est commun à toutes les exploitations, le cheptel varié entre 3 à 16 vaches laitières, ainsi que l'élevage ovin surtout l'engraissement des béliers destiné à la vente à l'occasion de la fête de sacrifice. Ainsi on remarque l'importance accordée à l'élevage. Il constitue une activité de rente et un moyen de garantir un revenu.

- Toute la production des cultures fourragères est destinée à l'alimentation du bétail, le reste constitué d'environ 300 balles de la luzerne sèche est orienté vers le marché local (pour les agriculteurs qui ont accès à l'eau de nappe). Une grande part de la récolte des céréales est destinée à l'autoconsommation, les autres sous produits assurent l'alimentation du cheptel.

- Le problème de surendettement n'est pas remarqué au niveau de ces exploitations. Même les agriculteurs qui n'ont pas de moyens pour payer, vendent un ou deux têtes bovines pour être en règle avec l'Office pour deux raisons :

- * La nécessité d'avoir l'accès à l'eau de surface surtout les agriculteurs qui ne disposent pas d'un forage;

- * Le statut juridique de la terre. En effet, les agriculteurs qui disposent d'un statut Melk sont obligés de préserver leur bien pour assurer sa pérennité;

- La prédominance de l'utilisation conjuguée des eaux de surface et souterraines pour l'irrigation. La seule différence qui peut exister entre les agriculteurs est le mode d'utilisation de ces ressources conjuguées (mixte ou alterné). En effet, on constate trois possibilités pour le recours à l'eau de la nappe :

- * Possession d'un forage;

- * Association entre deux ou trois agriculteurs dans les frais d'achat, d'entretien et l'exploitation d'un forage;

- * Pour les agriculteurs qui ont l'accès unique à l'eau du réseau et pour répondre aux besoins des cultures dans les périodes de pointe (surtout céréales), ils demandent à d'autres voisins qui ont accès à l'eau de la nappe d'exploiter leur

forage pendant quelques heures. Ce troisième cas génère des problèmes sociaux énormes entre les agriculteurs;

Donc, on peut conclure que même si l'agriculteur n'a accès qu'à l'eau du réseau, il peut toujours solliciter l'exploitation de forage le plus proche d'un autre agriculteur pour irriguer dans les périodes de pointe.

CHAPITRE 8 : RESULTATS ET DISCUSSION DES SIMULATIONS

1. LES INDICATEURS QUI REGLEMENT LES DECISIONS DES AGRICULTEURS QUANT AU CHOIX DE L'UTILISATION DE LA RESSOURCE EN EAU

Les facteurs physiques ne sont pas toujours suffisants pour expliquer le choix de l'accès à la ressource en eau, mais il y a d'autres facteurs socio-économiques qui peuvent être la source de prise des décisions par les agriculteurs pour le fonctionnement de leurs exploitations.

Le tertiaire représente une unité hydraulique caractérisée par une relative homogénéité quant aux facteurs physiques (salinité, niveau de la nappe et type de sol) qui peuvent influencer les décisions des agriculteurs quant à l'utilisation des ressources en eau de surface et souterraines.

Par exemple pour le facteur niveau de la nappe, si on a choisi de travailler sur des échelles différentes, le niveau de la nappe peut être ainsi un facteur discriminant du fait que l'opération de pompage est coûteuse et son coût est proportionnel à la profondeur de l'eau dans le forage. Mais, dans notre cas, tous les agriculteurs se trouvent relativement sous les mêmes conditions.

Les facteurs physiques ne peuvent pas expliquer à l'échelle du tertiaire la différence des stratégies des agriculteurs quant à l'accès à la ressource en eau. Conformément aux résultats de Bacot (2001), ils peuvent être classés comme des facteurs secondaires, alors ce sont les facteurs socio-économiques qui peuvent régler les décisions prises par les exploitants. D'après l'analyse des résultats d'enquêtes, on a pu dégager ces facteurs:

1.1. Le revenu extérieur généré par l'émigration : Quel intérêt pour l'agriculture ?

L'émigration est un phénomène qui a dévasté les campagnes. En effet, la plupart des jeunes ruraux ont quitté leurs exploitations et ont émigré à l'étranger. Ce phénomène est bien remarqué au niveau du tertiaire. D'après le tableau présenté en annexe 1, 65 % des agriculteurs ont des membres de famille à l'étranger ce qui leur permet d'avoir un revenu extérieur important.

Ces agriculteurs ont pu creuser des forages et jusqu'à maintenant, ils sont toujours dépendants de ce revenu pour acheter le gasoil afin de pouvoir irriguer leurs parcelles.

Pour la plupart des agriculteurs qui utilisent uniquement l'eau du réseau, ils pensent toujours à envoyer l'un de leurs enfants à l'étranger pour qu'ils puissent entre autres accéder à l'eau de la nappe et ainsi avoir une autonomie quant à la programmation des irrigations.

Ainsi, le recours à l'eau de la nappe et l'utiliser comme un complément de l'eau de surface est très dépendant d'un revenu extérieur généré par l'émigration.

1.2. L'indivision et le problème d'héritage

La structure sociale de la zone est fortement conditionnée par le fait que les exploitations agricoles sont menacées d'éclatement en raison du statut de l'indivision et du morcellement par héritage. Cette situation se traduit par le passage d'une situation de grand propriétaire unique à celle d'une multitude de micro-propriétaires.

Dans ce cas, deux situations principales peuvent se présenter :

- Les héritiers qui se mettent d'accord sur l'exploitation commun de la propriété (cas de l'exploitation 11), entre ces agriculteurs il n'y a pas des problèmes pour le recours à l'eau souterraine. Ils sont obligés de gérer convenablement leur ressource pour qu'ils aient un bon rendement en fin de campagne et ainsi aboutir à des résultats économiques excédentaires.

- Les héritiers qui partagent le patrimoine : dans ce cas les agriculteurs qui exploitent le même forage sont menacés d'avoir beaucoup de problèmes pour l'utilisation de l'eau souterraine. Ces problèmes peuvent provoquer la séparation entre les membres de famille. Ainsi, l'agriculteur ou les agriculteurs défavorisés seront incapables de creuser un forage par manque de moyens et ils restent dépendants de l'eau du réseau.

1.3. Contraintes financières constituent un frein pour le développement des exploitations agricoles familiales

L'insuffisance des capitaux à investir constitue un frein pour le développement pour certaines exploitations de ce tertiaire. La plupart des agriculteurs qui n'ont pas accès à l'eau souterraine ont déclaré être dans l'incapacité de supporter les charges nécessaires pour le creusement du forage et l'achat de ces accessoires.

Citant l'exemple de l'exploitant **17**, il a pu creuser le forage, mais il n'a pas les moyens pour acheter une pompe et donc son forage reste toujours non fonctionnel.

Autre alternative développée par les agriculteurs consiste à une association entre deux ou plusieurs exploitants dans les frais d'investissement et de l'exploitation d'une seule station de pompage.

1.4. Structure foncière des exploitations

Cet indicateur n'est pas généralisé sur toutes les exploitations du tertiaire. On le constate uniquement chez l'exploitant **1**. En effet, il n'a pas la possibilité de s'associer avec d'autres agriculteurs pour l'investissement dans un dispositif motopompe et seule la superficie de son exploitation (1,41 ha) qui l'empêche de creuser un forage. Pour compléter ces irrigations, il peut demander l'eau du forage de son voisin sur le même bloc, mais il n'atteint pas toujours ses objectifs.

2. RESULTATS DU MODELE

2.1. Les petites exploitations se montrent plus aptes à l'intensification

2.1.1. Exploitations ayant accès à l'eau de surface et à l'eau souterraine

La marge brute globale par hectare varie en fonction de la taille de l'exploitation. La figure 15 montre que plus l'exploitation est grande, plus la marge dégagée par hectare est faible. Cette tendance exprime l'aptitude des petites exploitations à l'intensification. Pour les grandes exploitations, la diminution de la marge brute par hectare peut être expliquée par les raisons suivantes :

- La présence d'une superficie non négligeable qui reste en jachère;
- L'intensification nécessite des moyens humains et financiers qui dépassent les capacités du propriétaire;
- Souvent les grandes exploitations sont partagées sur plusieurs tertiaires, ainsi la gestion de l'ensemble devient de plus en plus difficile. Même si l'agriculteur a un accès à l'eau souterraine dans un tertiaire, il est toujours contraint d'un manque d'eau sur les autres tertiaires où il a accès uniquement à l'eau de surface. Ainsi, en considérant l'ensemble de son exploitation, sa marge brute dégagée par hectare diminue.

Pour mieux distinguer l'aptitude à l'intensification selon la taille de l'exploitation, le tableau 28 présente le taux d'intensification selon les strates de superficie :

Tableau 28 : Taux d'intensification par strate

Strate	Taux d'intensification en pourcentage
< à 2,5 ha	117 à 120
De 2,5 ha à 5 ha	100 à 110
> à 5 ha	80 à 106

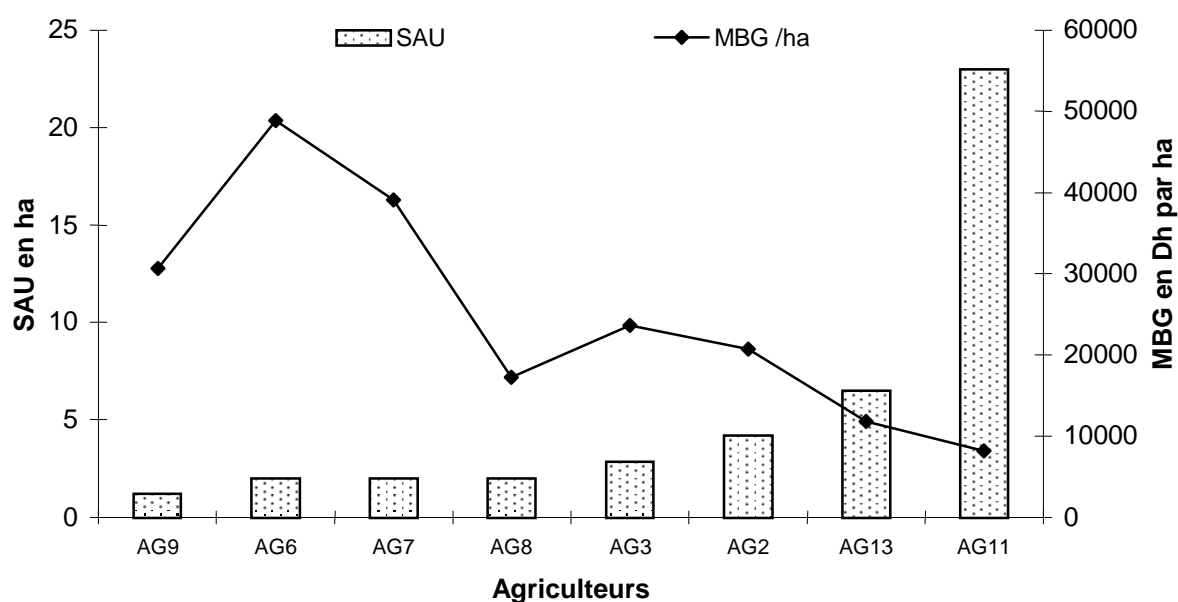


Figure 15 : Variation de la MBG par hectare en fonction de la taille de l'exploitation pour les agriculteurs utilisant les deux ressources en prenant en considération les parcelles hors tertiaire

2.1.2. Exploitations ayant un accès unique à l'eau de surface

Pour ces exploitations, la variation de la marge brute par hectare suit la même tendance que celle chez les agriculteurs qui irriguent par les deux ressources. En effet, d'après la figure 16, il apparaît bien clair que la MBG par ha diminue proportionnellement avec l'augmentation de la taille de l'exploitation et tend vers une valeur stationnaire. Cette diminution ne peut pas être expliquée par l'action de l'intensification, mais par d'autres raisons :

- Pour l'agriculteur 5, sa MBG est plus intéressante par rapport aux autres, car il négocie avec d'autres agriculteurs pour l'achat de leur dotation en eau de surface. Ainsi, il fait un bon rendement en cultures fourragères qui lui permet d'alimenter ses vaches laitières;
- L'ORMVAT ajoute une heure d'irrigation pour chaque exploitation sans tenir compte de sa taille. Ainsi, se sont les exploitations de petites tailles qui profitent le plus de cette action et plus la superficie de l'exploitation augmente plus l'effet de cette heure supplémentaire est peu sensible;

- La présence d'une superficie non négligeable qui reste en jachère.

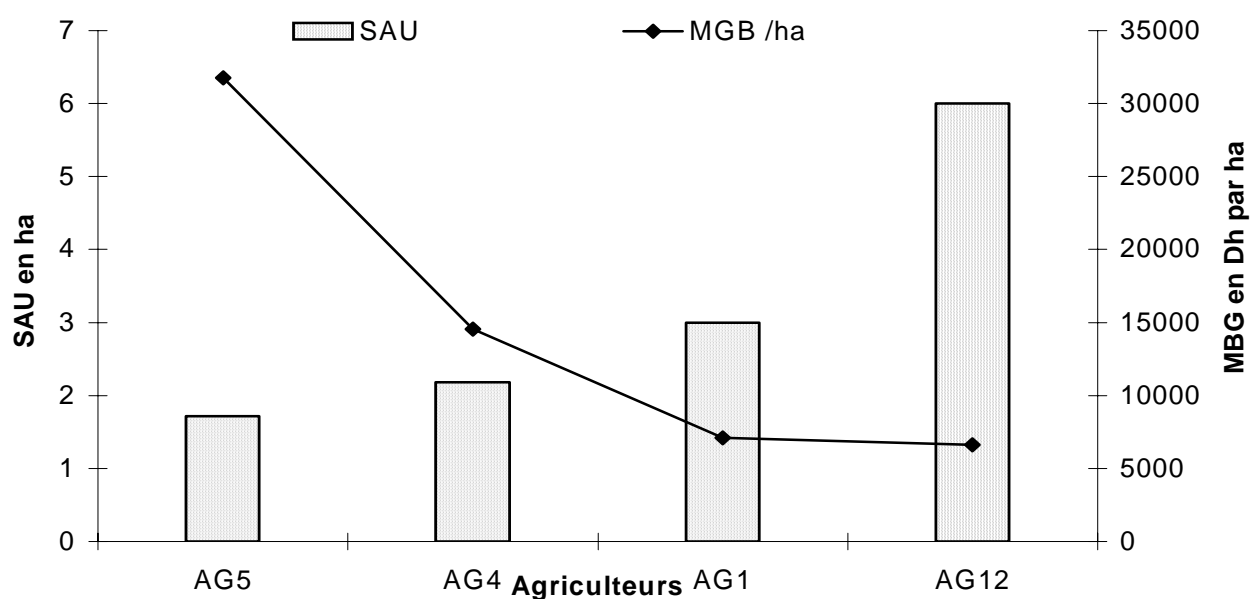


Figure 16 : Variation de la MGB par hectare en fonction de la taille de l'exploitation pour les agriculteurs ayant accès unique à l'eau du réseau en prenant en considération les parcelles hors tertiaire

2.2. Confrontation de la marge brut globale moyenne des agriculteurs avec accès différent à la ressource en eau

D'une manière générale, le tableau 29 montre la variation de la marge brute selon le type d'accès à la ressource en eau :

Tableau 29 : La marge brute globale selon le type d'accès à la ressource en eau (en Dh)

L'accès a la ressource en eau	MBG moyenne (en Dh)	MBG /ha moyenne (en Dh)
Réseau	36860	15009
Mélange	77453	23829

En comparant la MGB/ha moyenne, on constate que celle des agriculteurs qui irriguent uniquement par l'eau de surface est nettement inférieure à la MGB/ha moyenne pour les exploitants qui mélangent les deux ressources. Ainsi, vu le gain qui peut générer l'investissement dans l'achat de dispositif motopompe, la présence d'un forage dans l'exploitation est très importante pour l'ensemble des agriculteurs du tertiaire.

N.B : L'annexe 8 donne plus de détail concernant les marges brutes globales dégagées par exploitation du tertiaire.

3. SIMULATIONS DES VOIES D'EVOLUTION

Dans cette partie, on va simuler le fonctionnement actuel des exploitations agricoles et les stratégies développées par les agriculteurs pour faire face à une situation de pénurie en eau de surface dans le but d'améliorer les résultats économiques des exploitations.

Dans ce qui suit, on va présenter, tout d'abord, les différents types de scénarios identifiés, la méthode et l'outil pour réaliser les différentes simulations.

3.1. Les différents scénarios développés

Les enquêtes de terrain auprès des agriculteurs et les différentes réactions des irriguants face à une pénurie en eau de surface nous ont permis de poser plusieurs interrogations :

- l'agriculteur bénéficie-t-il de la présence du forage dans son exploitation ? quels sont les avantages qu'il peut tirer de l'exploitation de l'eau souterraine par rapport à un agriculteur qu'a accès unique à l'eau de surface ?
- Les échanges d'eau peut être une alternative pour les agriculteurs ayant accès unique à l'eau du réseau, mais quel est le gain généré par l'achat de la dotation en eau de surface d'autres agriculteurs ?
- Si les deux stratégies (Installation d'un forage et les échanges d'eau) sont intéressantes, quelle serait la plus bénéfique pour les agriculteurs.
- D'où vient l'argent qui permet aux agriculteurs d'investir dans une station de pompage ?

Pour répondre à ces différentes questions, les scénarios suivants ont été proposés :

S_1 : L'intérêt de l'investissement dans le creusement d'un forage et l'achat de dispositif Motopompe;

- S₂ : Les échanges d'eau entre agriculteurs à travers l'achat des dotations en eau de surface;
- S₃ : Le changement de la stratégie d'échange d'eau par l'investissement dans un forage;
- S₄ : Les frais d'installation, d'exploitation et d'entretien du forage sont financés par le revenu extérieur de l'émigration.
- S₅ : L'investissement dans l'achat des vaches laitières.

3.2. Outil et méthode utilisée pour réaliser les différentes simulations

3.2.1. L'outil de simulation

Pour réaliser cette modélisation, on choisit d'utiliser le logiciel Olympe, version améliorée de QV (Quatre Vents) sous Windows. Il permet de modéliser l'exploitation agricole sur une base systémique : système de cultures, système de production, etc.

Olympe intègre tout le processus de fonctionnement de l'exploitation (technique et économique). Il permet de simuler l'ensemble d'une exploitation et ainsi d'évaluer les conséquences d'un nouvel investissement, de la suppression ou d'ajout d'un atelier de production, d'un changement technique...

Pour réaliser les différents scénarios, on s'est basé sur l'assolement de l'exploitation, les consommations en eau de surface et souterraine et enfin l'effectif des animaux. Les résultats économiques ainsi obtenus ont été utilisés comme base de comparaison entre les différentes situations simulées.

Les hypothèses du travail :

- La réalisation des simulations se fait sur la base des dires des agriculteurs et sur les données caractéristiques de la région tel que le revenu extérieur qui peut être utilisé pour financer des projets en agriculture irriguée;

- Il nous est difficile d'estimer le revenu extérieur généré par l'émigration, ainsi on a supposé qu'il va financer l'installation, l'exploitation et l'entretien d'une station de pompage sans l'évaluer;
- Pour l'installation d'un nouveau forage chez un agriculteur, on va supposer avoir les mêmes caractéristiques que celui de son voisin;
- Quelle que soit la stratégie de l'agriculteur le coût unitaire de l'eau ne change pas, il est fixé à 0,3 Dh/m³;
- L'élimination du forage de l'exploitation cause une baisse de rendement des céréales et empêche l'agriculteur d'installer les cultures d'été et ainsi il ne peut pas vendre la luzerne sèche, mais on suppose qu'elle n'a pas des conséquences sur l'effectif de son cheptel.

Les indicateurs utilisés sont les suivants :

- la marge brute globale de l'exploitation (MBG);
- l'excédent brut de l'exploitation (EBE);
- compte de résultat (CR) et la trésorerie (TR).

Pour les projets où on intègre les frais financiers (crédits...) et l'amortissement des immobilisations (forage, matériel d'irrigation), le compte de résultat et la trésorerie de l'exploitant sont utilisées comme indicateurs de comparaison. Pour les autres scénarios (ajout des vaches laitières,...), on utilise la marge brute globale et/ou l'excédent brut de l'exploitation.

3.2.2. La méthode utilisée

Pour effectuer les différentes simulations, la méthode suivante a été proposée pour chaque type de scénario :

- S₁ : L'intérêt de l'investissement dans le creusement d'un forage et l'achat de dispositif motopompe :

L'idée de ce scénario est d'évaluer la rentabilité générée par la présence d'une station de pompage au sein des exploitations du tertiaire. En effet, en prenant en considération tous les changements générés par l'élimination d'un forage de l'exploitation qui seront développés d'avantage dans des paragraphes ultérieurement, on pourra à la base de l'excédent brut de l'exploitation valoriser la présence du forage chez les agriculteurs du tertiaire.

- S_2 : Les échanges d'eau entre agriculteurs à travers l'achat des dotations en eau de surface :

A travers ce scénario, nous voulons savoir l'intérêt des échanges d'eau sur l'évolution de la marge brute des exploitants. Ceci se fait en supprimant dans "le tableau variables" les volumes d'eau excédentaires, en réduisant, dans "le tableau animaux", l'effectif du cheptel bovin de moitié et en diminuant dans "le tableau produits" les recettes générées par la vente de blé tendre d'un pourcentage de 27%.

- S_3 : Le changement de la stratégie d'échange d'eau par l'investissement dans un forage :

Pour les exploitants qui achètent la dotation en eau de surface des autres agriculteurs qui ont accès à l'eau souterraine, on va supposer qu'ils vont changer leur stratégie et ils vont installer un forage. Ainsi, on tiendra compte de la valeur d'amortissement qui fera partie des charges de structure. Ceci se fait en introduisant dans "le tableau immobilisations" la date et le montant de l'investissement, la durée et le type d'amortissement. Même chose pour la valeur d'entretien du matériel, en introduisant dans "le tableau charges de structure" les frais d'entretien du dispositif motopompe.

- S_4 : Les frais d'installation, d'exploitation et d'entretien du forage sont financés par le revenu extérieur de l'émigration :

Pour réaliser ce scénario, on va éliminer dans le modèle les charges de structure liées à l'entretien de la motopompe, l'amortissement lié à l'exploitation du forage et la charge d'eau pompée.

- S₅ : Ajout des vaches laitières au troupeau de l'agriculteur selon ses moyens :
Concernant ce scénario, on va réduire la superficie d'une céréaliculture au profit d'une culture fourragère, généralement la luzerne, en prenant en considération l'augmentation des volumes d'eau consommés qui peut être générée par ce changement.

Remarque : Dans l'interprétation de nos résultats et pour comparer l'impact de l'application de chaque scénario sur l'évolution des résultats des exploitations, deux expressions ont été utilisées :

Sans aléa : C'est à dire les résultats obtenus avant l'application de scénario.

Avec aléa : c'est à dire les résultats obtenus après l'application du scénario.

4. CONSTRUCTION DES SIMULATIONS ET DES SCENARIOS POTENTIELS

4.1. Adoption de la variante 1 sur l'intérêt de l'investissement dans un forage dans les exploitations du tertiaire

4.1.1. Scénario d'évolution envisagé

Elle consiste à éliminer le dispositif motopompe de l'exploitation, c'est à dire on a supposé que tous les agriculteurs n'ont accès qu'à l'eau de surface. Cela nous permet de montrer l'intérêt de la présence du forage dans l'exploitation.

Les changements qui peuvent générer cette variante au niveau du modèle sont les suivants :

- Abandonner les cultures d'été (mise à zéro les valeurs des superficies de ces cultures);
- Diminution de rendement des céréales à 27 %. En effet, d'après les enquêtes, on a constaté que le rendement baisse de 27 % si on passe d'une exploitation à utilisation conjointe des ressources en eau à une exploitation qu'à un accès unique à l'eau du réseau;
- Diminution des charges opérationnelles en éliminant les consommations en eau de la nappe;

- Diminution des charges de structure en éliminant les frais d'entretien du matériel;
- Suppression des immobilisations dues à l'investissement dans le creusement de forage et l'achat de dispositif motopompe;
- Pas possibilité de vente des balles de la luzerne sèche et de la paille des céréales.

Pour avoir des résultats fiables, on ne peut pas tester cette variante chez tous les agriculteurs du tertiaire qui ont accès à l'eau souterraine. En effet, certains agriculteurs n'utilisent pas leur dotation en eau de surface, ils procèdent à la vente de leur part en eau du réseau à d'autres agriculteurs (surtout des membres de même famille). Donc, si on supprime la consommation en eau de la nappe dans le modèle pour ces exploitants, on va éliminer une grande composante des charges opérationnelle et ainsi on va surestimer l'excédent brut de l'exploitation. Donc, on a gardé les agriculteurs qui ont accès aux tours d'eau.

Concernant la sous variante 1, elle est appliquée pour un seul agriculteur (**AG13**). Ce dernier cultive le sésame comme culture d'été au lieu d'installer une culture fourragère. Ainsi, on va évaluer l'impact d'une suppression de dispositif motopompe, c'est à dire l'impossibilité d'installer une culture de rente comme le sésame, sur la marge brute globale et l'excédent brut de l'exploitation.

4.1.2. Résultats économiques de la situation sans et avec aléas

Les tableaux 30 et 31 présentent la valeur de la marge brute globale et l'excédent brut de l'exploitation sans et avec la présence du forage dans l'exploitation :

Tableau 30 : Changement de la marge brute globale en appliquant la variante 1

Agriculteurs	Superficie en ha	Marge brute globale (M.G.B.) en Dh		Pourcentage de diminution de M.B.G.
		Sans aléa	Avec aléa	
AG3	2,88	67023	59719	11
AG11	32,6	187476	85703	54

AG8	1,98	34166	30658	10
AG9	1,2	36778	40291	-9,5
AG13	6,48	76270	68220	10,5

Tableau 31 : Changement de l'excédent brut de l'exploitation en appliquant la variante 1

Agriculteurs	Superficie en ha	Excédent brut d'exploitation (E.B.E.) en Dh		Pourcentage de diminution D'E.B.E.
		Sans aléa	Avec aléa	
AG3	2,88	65523	59719	8,8
AG11	32,76	155762	85703	44,9
AG8	1,98	33166	30658	7,5
AG9	1,2	35778	40291	-12,6
AG13	6,48	74770	68220	8,8

D'après le tableau, on constate que le solde de l'exploitation a diminué pour les quatre agriculteurs sans exception. On note aussi que cette diminution est proportionnelle à l'augmentation de la superficie. En effet, pour l'agriculteur qui a 33 ha la diminution est de 49 % par rapport à une baisse de 4,7 % pour l'agriculteur qui a uniquement 2 ha. Donc l'analyse de ces résultats témoigne de l'importance de la présence du forage dans les exploitations de ce tertiaire surtout pour celles dont la superficie est supérieure à deux hectares.

4.2. Adoption de la variante 2 sur les échanges d'eau au niveau du tertiaire

4.2.1. Scénario d'évolution envisagé

Comme il a été déjà mentionné dans les parties précédentes, un agriculteur au niveau de ce tertiaire achète les dotations en eau de surface de ces deux frères en alternance. A travers ce scénario, en prenant en considération les remarques de l'exploitant. On va supposer que l'agriculteur ne prend pas un supplément d'eau du réseau, ainsi l'effectif de son cheptel bovin va diminuer de moitié (en comparaison avec les agriculteurs ayant accès unique à l'eau de surface et qui n'ont pas cette possibilité d'échange d'eau) et comme tous les agriculteurs qui ont un accès unique à l'eau de surface le rendement de blé tendre va chuter de 27 %. Concernant les dépenses, la charge liée à l'utilisation de l'eau va baisser de moitié.

Au contraire, on va supposer que les agriculteurs qui n'ont pas accès à l'eau souterraine vont procéder à l'achat de l'eau des autres exploitants. Ces agriculteurs (AG1, AG4 et AG12) vont avoir les mêmes avantages de l'agriculteur AG5 (accroissement de rendement des céréales et possibilité d'augmenter l'effectif de leur cheptel bovin)

4.2.2. Résultats économiques de la situation sans et avec échange d'eau

Le tableau 32 donne les valeurs de la MBG sans et avec échange d'eau :

Tableau 32 : Evolution de la marge brute globale avec et sans achat de l'eau

Agriculteurs	MBG en Dh		MBG/ha en Dh	
	Avec achat d'eau	Sans achat d'eau	Avec achat d'eau	Sans achat d'eau
AG5	56540	32872	29033	16880
AG1	45550	21341	15183	7114
AG4	56593	31682	25724	14533
AG12	74781	39802	12464	6634

Lorsque l'agriculteur AG5 est privé de l'alternative d'échange d'eau, sa marge brute globale diminue de moitié. Il rejoint ainsi la situation des autres agriculteurs qui utilisent uniquement leurs tours d'eau pour l'irrigation.

Pour les agriculteurs AG1,AG4 et AG12, on constate une augmentation de la marge brute globale qui peut dépasser la moitié.

4.3. Adoption de la variante 3 sur la possibilité d'investissement dans une station de pompage au lieu d'achat de l'eau de surface

4.3.1. Scénario d'évolution envisagé

Pour appliquer ce scénario,on va supposer que l'agriculteur AG5 va investir dans une station de pompage au lieu qu'il achète l'eau de surface d'autres exploitants. Avec cette nouvelle situation, il aura la possibilité d'installer une culture fourragère en été et ainsi il peut vendre les balles de la luzerne sèche. Le coût de creusement et d'achat de motopompe est donné dans le tableau 33.

Tableau 33 : Le coût de creusement du forage et d'achat d'équipement d'une station de pompage pour l'exploitant AG5.

Opération et matériels	Coût (Dh)	Observations
Pompe Alta 3,5"	20.000	Bonne occasion
Moteur Deutz 27,5 CV / 2 cylindres	30.000	Bonne occasion
Creusement	40.000	
Coût total	90.000	

Source : Enquêtes

N.B : L'année d'exploitation du forage est 2003.

4.3.2. Les résultats économiques

L'objectif de ce scénario est de comparer les résultats économiques dans les deux situations : achat d'eau de surface; investissement dans un forage.

4.3.2.1. Résultats économiques en prenant en considération l'achat de l'eau de surface

Dans ce cas, et puisque l'exploitation n'est pas mécanisée et l'agriculteur n'a pas de crédit, les charges de structure, l'amortissement des immobilisations et les frais financiers sont nuls. Ainsi les indicateurs économiques tels que la marge brute globale, l'excédent brut de l'exploitation, le compte de l'exploitation et la trésorerie sont égaux.

$$\text{MBG} = \text{EBE} = \text{CR (compte de résultat)} = \text{TR (Trésorerie)}$$

Par conséquent, il suffit d'utiliser un seul indicateur pour effectuer les comparaisons entre les deux situations :

Le tableau 34 donne l'évolution de la MBG de l'agriculteur AG5 :

Tableau 34 : La marge brute globale (en Dh) des agriculteurs en prenant en considération l'achat de l'eau de surface

	Les années			
	2003	2004	2005	2006
AG5	58031	60931	60931	62031

4.3.2.2. Résultats économiques en prenant en considération l'investissement dans un forage

Tableau 35 : L'évolution des indicateurs économiques de l'exploitant AG5 en prenant en considération l'investissement dans un forage

Indicateurs Economiques	Les années			
	2003	2004	2005	2006
MBG en Dh	61808	60953	60953	60096
EBE en Dh	58868	57953	57953	57098
CR en Dh	49808	48953	48953	48098
TR en Dh	-31192	57953	57953	57098

Le graphe 17 nous permet de comparer entre les deux situations :

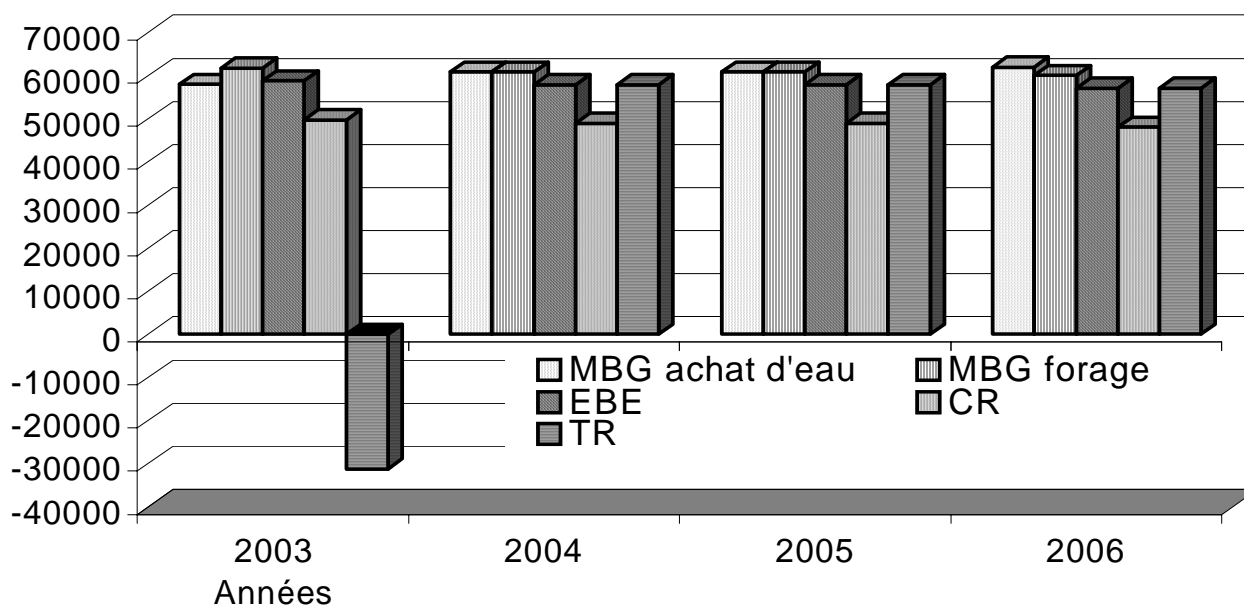


Figure 17 : Comparaison basée sur les indicateurs économiques (en Dh) entre la situation avec achat de l'eau de surface et celle avec investissement dans une station de pompage

D'après ce graphe, on constate que l'investissement dans un forage au lieu de l'échange d'eau n'améliore pas la marge brute au contraire il provoque une grande chute de la trésorerie de l'exploitant en 2003. Ce déficit enregistré au niveau de solde de la trésorerie est dû à l'investissement important réalisé au cours de la campagne. L'amélioration de la trésorerie après l'année d'exécution de projet reste toujours inférieure à la marge brute globale réalisée avec l'achat de l'eau de surface. Ainsi en plus de l'avantage qu'offre l'eau de surface de point de vue qualité, il reste toujours plus intéressant que l'eau souterraine en matière d'amélioration de revenu agricole de l'exploitant et par conséquent l'alternative de l'achat des dotations en eau de surface est plus avantageuse que l'investissement dans un forage. Cette conclusion tirée nous permet de comprendre la raison pour laquelle les agriculteurs utilisent l'eau souterraine uniquement comme complément à l'eau de surface.

4.4. Adoption de la variante 4 sur le rôle de revenu extérieur dans l'amélioration des résultats économiques des exploitations

4.4.1. Scénario d'évolution envisagé

Comme il a été déjà cité, le revenu extérieur généré par l'émigration joue un rôle très important dans l'amélioration des résultats économiques des exploitations du tertiaire. Généralement, il est destiné au recouvrement des charges générées par l'investissement dans un forage, l'entretien de dispositif motopompe et l'achat du gasoil pour l'irrigation.

Dans ce scénario, les agriculteurs qui ont des membres de famille à l'étranger ne prennent pas en charge l'investissement dans l'installation et l'entretien d'une station de pompage ainsi que l'achat du carburant et lubrifiant. Le but étant de comparer les résultats économiques des agriculteurs sans et avec la possession de ce revenu extérieur.

4.4.2. Les résultats économiques obtenus

L'excédent brut de l'exploitation est pris comme indicateur de comparaison puisqu'il intègre les charges d'entretien. Le tableau 36 montre la variation de l'E.B.E. avant et après l'adoption de la variante :

Tableau 36 : Changement de l'excédent brut de l'exploitation en appliquant la variante 2

Agriculteurs	Superficie en ha	Excédent brut d'exploitation (E.B.E.) en Dh		Pourcentage d'augmentation D'E.B.E.
		Sans aléa	Avec aléa	
AG3	4,2	85541	94635	11
AG11	23	155762	168191	8
AG8	1,98	33166	41942	26
AG9	1,2	35778	44581	25
AG7	1,89	76383	92368	21

Pour une meilleure visualisation de ces résultats, le graphe 18 illustre cette évolution de l'excédent brut de l'exploitation avant et après l'application de la variante 4 :

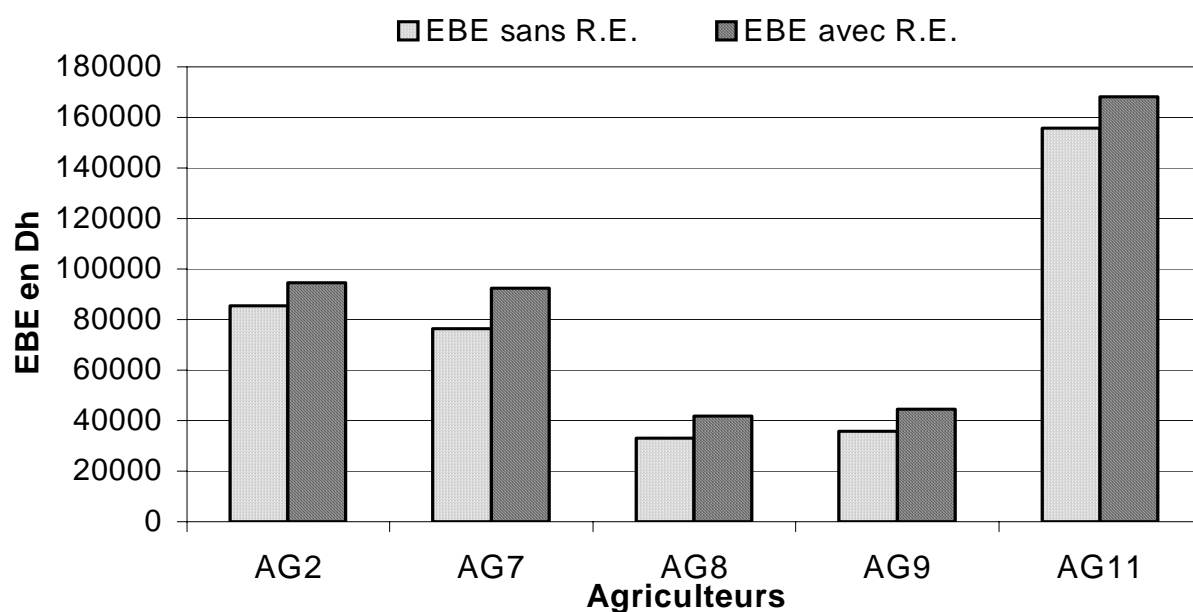


Figure 18 : Evolution de l'excédent brut de l'exploitation sans et en tenant compte du revenu extérieur

D'après ce graphe, le revenu extérieur issu de l'émigration participe dans l'amélioration de l'excédent brut de l'exploitation. Cette amélioration peut passer de 8 % pour l'exploitation de grande taille à 24 % (en moyenne) pour les agriculteurs dont l'exploitation ne dépasse pas deux hectares.

A partir de deux variantes (1 et 4), on a pu tirer une conclusion importante concernant l'agriculteur AG9. En effet, l'analyse de la première variante a montré que la présence du forage au niveau de son exploitation n'est pas rentable, car elle cause une baisse de l'EBE de 13 %. Mais l'interprétation de la quatrième variante nous a montré que la possession d'un revenu extérieur est derrière le gain qui permet de l'agriculteur d'améliorer sa situation financière par rapport à d'autres exploitants qui ont un accès unique à l'eau de surface.

- E.B.E. de l'agriculteur AG9 avec la présence du forage sans tenir compte de revenu extérieur : 35778 Dh
- E.B.E de l'agriculteur AG9 sans présence du forage : 40291 Dh.
- E.B.E. de l'agriculteur AG9 avec la présence du forage et en tenant compte de revenu extérieur : 44581 Dh

4.5. Adoption de la variante 5 sur l'intensification de l'élevage laitier

4.5.1. Scénario d'évolution envisagé

Les agriculteurs du tertiaire sont très attachés à la pratique d'élevage, car c'est un moyen de sauvegarde du capital et de gain journalier à travers la production laitière. Pour répondre à leurs suggestions et en raisonnant leurs moyens financiers qui ne peuvent pas dépasser l'achat de deux à trois vaches, le projet suivant peut leur être convenable :

Pour ajouter deux vaches au troupeau, la luzerne doit remplacer une céréaliculture en général le blé tendre sur une superficie évaluée à 0,4 ha. Ce changement va se traduire par des modifications au niveau du modèle (consommation en eau de la nappe, frais d'achat des deux vaches...).

Le but de cette application est d'évaluer l'intérêt de ce projet et son impact sur l'évolution de la marge brute globale des agriculteurs.

Pour appliquer ce scénario, les agriculteurs suivants ont été choisis:

Tableau 37 : Les agriculteurs choisis pour participer à la réalisation de projet (Achat des vaches laitières)

Agriculteurs	Superficie en ha
AG2	4
AG3	2,8
AG8	2
AG13	6,4

Source : Enquêtes

4.5.2. Résultats économiques de la situation actuelle et projetée

Le calcul de la marge brute globale pour les différents agriculteurs choisis a donné les résultats présentés dans les graphes 19, 20, 21 et 22 :

- Pour l'agriculteur 2 :

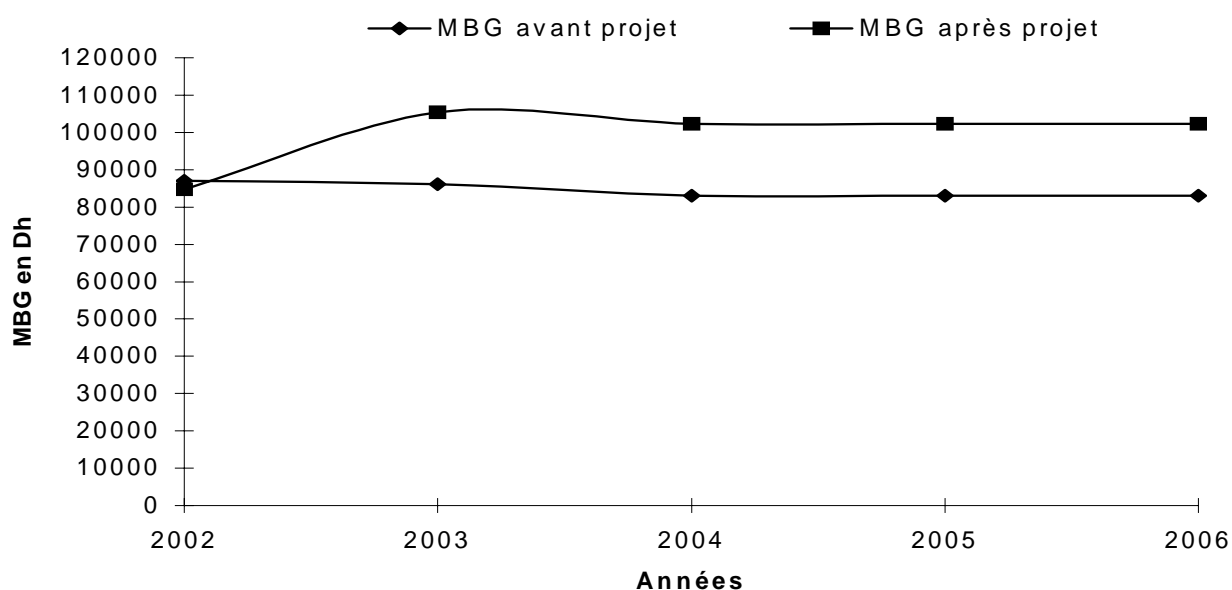


Figure 19 : Evolution de la marge brute globale de l'agriculteur 2 en appliquant le projet achat des vaches laitières

- Pour l'agriculteur 3 :

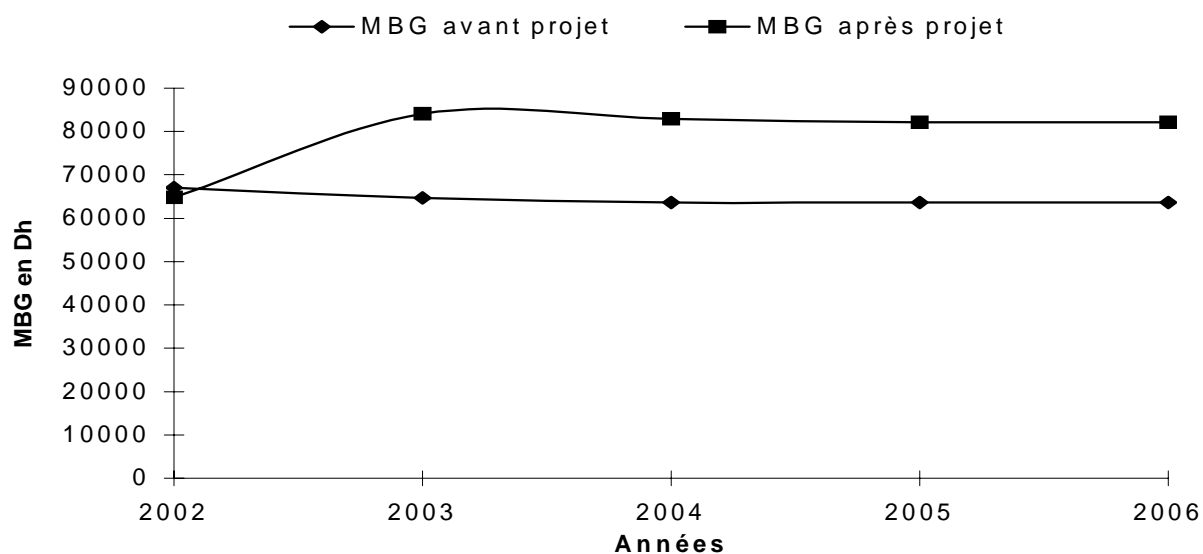


Figure 20 : Evolution de la marge brute globale de l'agriculteur 3 en appliquant le projet achat des vaches laitières

- Agriculteur 8 :

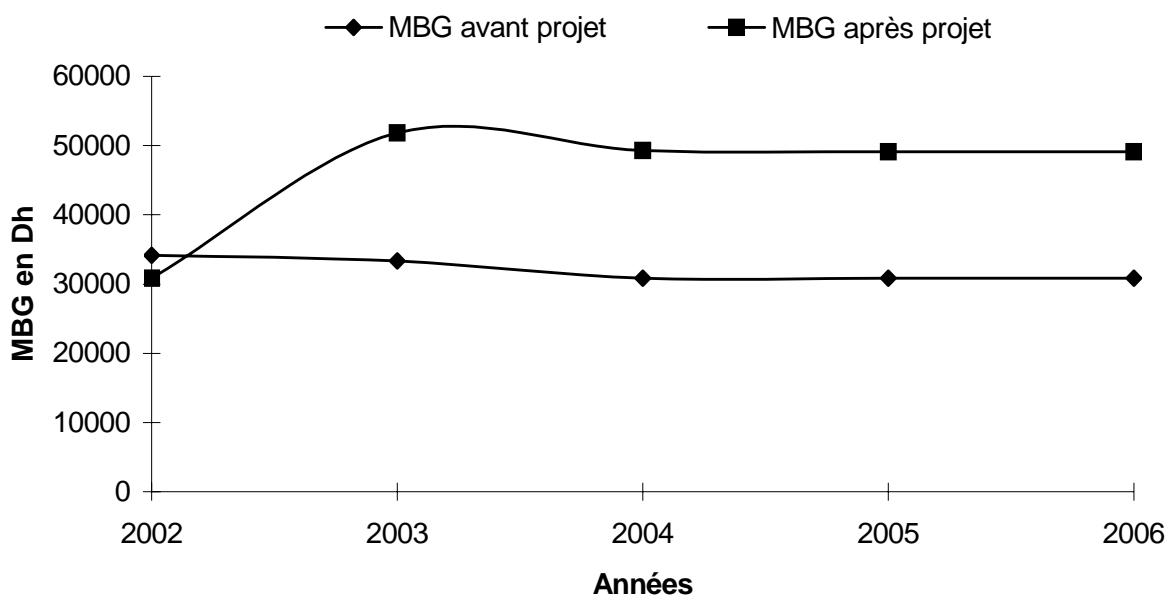


Figure 21 : Evolution de la marge brute globale de l'agriculteur 8 en appliquant le projet achat des vaches laitières

- L'agriculteur 13 :

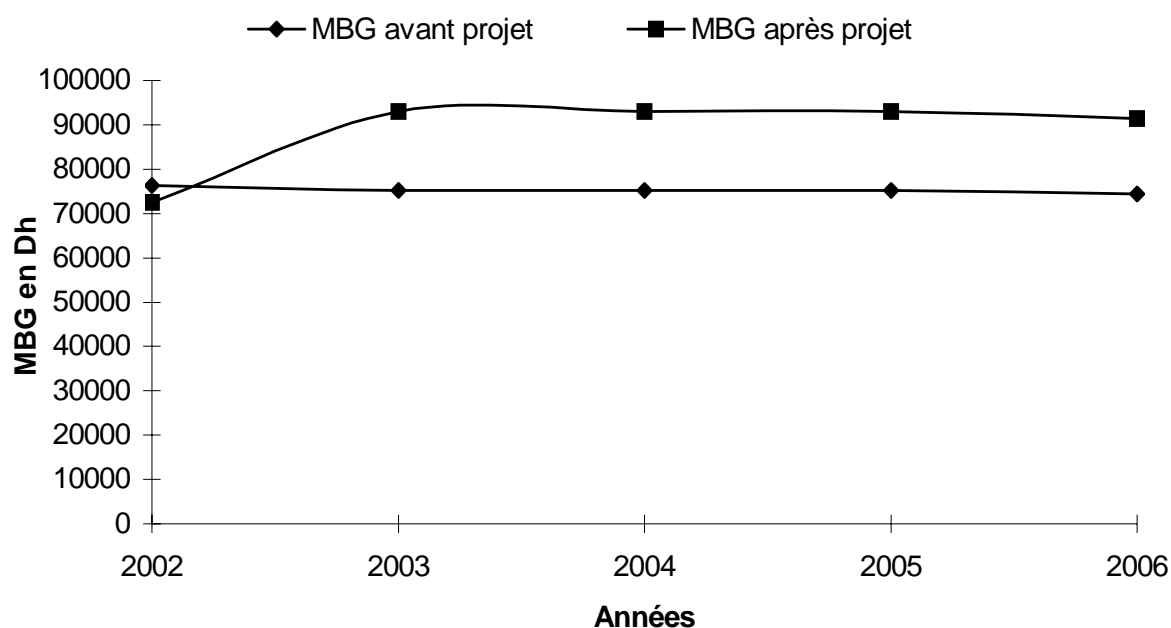


Figure 22 : Evolution de la marge brute globale de l'agriculteur 13 en appliquant le projet achat des vaches laitières

L'analyse de ces graphes montre que la marge brute globale diminue en année d'exécution de ce projet dû à l'investissement dans l'achat des vaches laitières. Après il y a eu une nette augmentation de la MBG avec des pourcentages différents selon les agriculteurs. Ainsi, d'une manière générale ce projet semble bénéfique à moyen et à long terme.

Le tableau 38 donne le pourcentage de changement de la MBG avant et après le projet:

Tableau 38 : Pourcentage de changement de la MBG avant et après projet (Achat des vaches laitières)

Agriculteurs	Superficie en ha	Pourcentage de baisse de MBG en 2002	Pourcentage d'augmentation de MBG après 2002
AG2	4	2,66	22,4
AG3	2,8	3,2	30
AG8	2	9,6	55,4
AG13	6,4	5	23

Le tableau 38 montre que la marge brute globale diminue en année d'exécution du projet, après 2002, la MBG a connu une nette augmentation surtout pour les petites

exploitations. Ainsi, ce projet est plus bénéfique pour les petits agriculteurs avec un accroissement de la marge brute globale qui peut atteindre la moitié.

5. SYNTHÈSE DES RESULTATS ET DISCUSSION

5.1. Scénario S1 : Absence d'eau souterraine

Le tableau 39 résume l'impact de la stratégie d'élimination de la station de pompage, c'est à dire sous l'hypothèse que certains agriculteurs n'exploitent pas leurs forages durant une campagne agricole :

Tableau 39 : Conséquence du choix stratégique (S₁) sur l'évolution des résultats économiques des exploitations

Agriculteurs	SAU en ha	Evolution des résultats économiques (%)	
		MBG	EBE
AG3	2,8	-11	-8,8
AG8	2	-10	-7,5
AG9	1,2	+9,5	+12,6
AG11	23	-54	-44,9
AG13	6,5	-10,5	-8,8

En général, les résultats de cette stratégie montrent l'intérêt et le bénéfice que peut tirer l'agriculteur à travers l'exploitation de son forage. En effet, le forage lui permet d'apporter un complément d'irrigation à l'eau de surface, de satisfaire les besoins de ses cultures, d'avoir une autonomie vis-à-vis de l'eau de surface, d'installer les cultures d'été et d'avoir une souplesse dans la programmation des irrigations. Mais pour les petites exploitations qui ne dépassent pas deux hectares, cet investissement n'est pas justifié. Au contraire, il cause une chute des résultats économiques de l'exploitation surtout si l'agriculteur dépasse dans ces irrigations les besoins en eau des cultures.

Cette conclusion nous permet de confirmer les résultats de notre modèle en matière de MBG dégagée par les agriculteurs conjuguant les deux ressources en eau par rapport aux agriculteurs qui ont un accès unique à l'eau de surface.

Vu la pénurie en eau de surface, l'exploitation d'eau souterraine devient de plus en plus une nécessité dans le sous périmètre irrigué des Beni-Amir pour satisfaire les besoins des cultures et par conséquent améliorer le revenu des agriculteurs. Donc, comment on peut toujours exploiter cette ressource tout en assurant sa pérennité ?

5.2. Scénario S₂ : Echanges d'eau entre agriculteurs

A travers les enquêtes de terrain, un seul agriculteur (AG5) qui a procédé à l'échange d'eau durant la campagne précédente, Le tableau 40 donne l'impact de la décision de priver l'agriculteur de l'achat de la dotation en eau de surface d'autres exploitants ayant accès à l'eau de la nappe sur la marge brute de l'exploitation. Au contraire, Pour les autres agriculteurs, on a supposé qu'ils vont procéder à l'achat de l'eau de surface :

Tableau 40 : Conséquence du choix stratégique (S₂) sur l'évolution des résultats économiques des exploitations

Agriculteur	Evolution des résultats économiques (%)
	MBG
AG5	-48,6
AG1	+53
AG4	+44
AG12	+46

En plus des tours d'eau officiels reçus par l'agriculteur, l'achat d'eau de surface permet aux exploitants d'améliorer leur marge brute de presque la moitié. De ce fait, l'échange d'eau entre les irriguants peut être une alternative qui remplace l'absence d'un forage dans l'exploitation. Il permet aussi de réduire les quantités d'eau pompée, car l'agriculteur qui vend sa dotation en eau du réseau va être très prudent dans ses consommations en eau souterraine surtout avec l'importance de coût de pompage par rapport à celui d'utilisation de l'eau du réseau.

Les agriculteurs sont conscients de l'intérêt de l'eau de surface de point de vue coût, qualité, économie des frais de la main d'œuvre. Ainsi, cette possibilité d'échange d'eau ne sera pas à la portée de tous les exploitants. La seule possibilité qui reste est le creusement d'un forage. Cette stratégie peut-elle apporter un gain aussi important que celui généré par l'échange d'eau ? La réponse est donnée par le scénario S₃.

5.3. Scénario S₃ : Investissement dans une station de pompage

Le tableau 41 résume l'impact de la stratégie d'investissement dans une station de pompage au lieu de procéder à l'achat de l'eau de surface sur les résultats économiques des exploitations :

Tableau 41 : Conséquence du choix stratégique (S₃) sur l'évolution des résultats économiques des exploitations

Indicateurs économiques	Evolution des résultats économiques en % pour AG5				
	2003	2004	2005	2006	Moyenne
MBG	+6,5	0,0	0,0	-3,1	+0,8
EBE	+1,4	-4,9	-4,9	-7,9	-4,2
CR	-14,2	-19,7	-19,7	-22,5	-19
TR	-153,7	-4,9	-4,9	-7,9	-41,4

L'investissement dans un forage au lieu d'achat de la dotation en eau de surface permet d'apporter une faible amélioration à la marge brute, mais il cause une chute de l'excédent brut de l'exploitation, le revenu agricole et le solde de la trésorerie surtout en année de réalisation du projet. Malgré les avantages qu'offre le recours à l'eau souterraine, la stratégie d'échange d'eau reste toujours plus intéressante que l'installation d'une station de pompage.

Dans notre cas, l'amélioration des résultats économiques de l'exploitation due à l'utilisation de l'eau de surface au lieu de la ressource souterraine ne peut pas être expliquée par le facteur qualité, car dans le modèle on n'a pas pris en compte le changement de rendement des cultures lors de l'application de ce scénario. Elle est justifiée par le fait que par le coût d'utilisation d'eau du réseau est moins cher que celui de pompage et par la diminution des frais de la main d'œuvre. Si l'on avait pris en considération le facteur qualité, on aurait des résultats économiques générés par l'échange d'eau plus importants que ceux générés par l'investissement dans un forage.

Après avoir étudié les trois scénarios, on doit s'interroger sur la source de financement qui permet aux agriculteurs d'investir et d'exploiter les forages. Ceci sera traité dans le scénario suivant.

5.4. Scénario S₄ : financement extérieur

Le tableau 42 résume l'évolution de l'excédent brut de l'exploitation en prenant en considération que le revenu extérieur finance l'installation, l'exploitation et l'entretien d'une station de pompage :

Tableau 42 : Conséquence du choix stratégique (S₄) sur l'évolution des résultats économiques des exploitations

Agriculteurs	Evolution des résultats économiques (%)
	EBE
AG2	+11
AG7	+21
AG8	+26
AG9	+25
AG11	+8

D'après les enquêtes de terrain, tous les agriculteurs du tertiaire qui n'ont pas cette source extérieure, ils sont incapables d'exploiter l'eau de la nappe. Donc, conformément aux résultats du modèle, le revenu extérieur est un facteur très important qui a permis la prolifération de motopompe dans le tertiaire et par suite dans l'ensemble du sous périmètre de Beni-Amir.

Le revenu extérieur généré par l'émigration constitue une source d'argent très importante pour financer les projets des agriculteurs dans ces différentes phases (investissement et exploitation).

L'étude a montré que l'excédent brut de l'exploitation de certains agriculteurs, surtout les petits exploitants, diminue avec l'utilisation du forage, car dans ces irrigations il dépasse toujours les besoins de ses cultures, mais malgré cette perte il continue toujours à irriguer par l'eau de la nappe. Cela peut être expliqué par la possession de ce

revenu extérieur qui comble le déficit dans les résultats économiques des exploitants, mais, malheureusement, il incite les agriculteurs à exploiter les eaux souterraines d'une manière abusive. Ainsi, connaître la situation financière de l'agriculteur sans appel au revenu extérieur devient une question intéressante à étudier.

5.5. Scénario S₅ : Intensification de l'élevage laitier

Le tableau 43 résume l'évolution de la marge brute globale en prenant en considération le projet d'achat des vaches laitières :

Tableau 43 : Conséquence du choix stratégique (S₅) sur l'évolution des résultats économiques des exploitations

Agriculteurs	SAU en ha	Evolution de la MBG (%)	
		2002 (année d'investissement)	Après 2002
AG2	4,2	-2,7	+22,4
AG3	2,8	-3,2	+30
AG8	2	-9,6	+55,4
AG13	6,5	-5	+23

L'orientation des agriculteurs du tertiaire vers la pratique d'élevage n'est pas due au hasard. Le gain généré par l'achat des vaches laitières est plus important pour les exploitations de petite taille.

Il paraît donc plus facile de convaincre les agriculteurs à intensifier l'élevage que de changer leur système de production au dépend d'une autre activité comme le maraîchage sous le système d'irrigation localisé.

En outre, les agriculteurs sont très motivés pour la betterave à sucre, tout en gardant leur cheptel bovin, à condition que son prix passe de 0,2 Dh/Kg à 0,5 Dh/Kg.

CONCLUSIONS & RECOMMENDATIONS

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Avec la pénurie en eau de surface que connaît le périmètre des Beni-Amir, les nappes d'eau souterraines sont de plus en plus sollicitées pour satisfaire à une demande croissante des agriculteurs. En effet, il y'a eu une surexploitation de la nappe phréatique qui a provoqué une diminution de niveau péozométrique et ainsi à un tarissement des puits. Cette situation semble avoir une incidence sur les stratégies développées par les agriculteurs qui ont été obligés d'adopter la stratégie de remplacement des puits existants par des forages dont la profondeur varie entre 128 m à 160 m dans le but de capter la nappe captive de l'éocène. Pour remédier au problème de coût élevé de financement d'une station de pompage, les agriculteurs ont procédé à des associations surtout entre des membres de famille pour une exploitation collective de cette ressource à travers un aménagement commun.

La présente étude a été réalisée dans l'objectif de déterminer les indicateurs qui règlent les décisions des agriculteurs quant au choix de la ressource en eau de surface et/ou souterraine ainsi que d'élaborer une méthodologie d'enquête opérationnelle à l'échelle d'un tertiaire. L'étude s'est intéressée également à l'impact des choix stratégiques des irriguants sur l'évolution des résultats économiques des exploitations agricoles.

L'étude réalisée au niveau d'un tertiaire montre que la plupart des exploitations ont accès à l'eau souterraine avec pourcentage de 71 %, ainsi on note une prédominance de l'utilisation conjuguée des eaux de surface et souterraines dans l'irrigation. La seule différence qui peut exister entre les agriculteurs est le mode d'utilisation de ces ressources (mixte ou alterné). Le pompage devient une nécessité dans la région pour pouvoir réussir les cultures et avoir une souplesse et une autonomie pour la programmation des irrigations surtout avec les problèmes de fonctionnement du réseau de surface. En terme quantitatif, le recours au pompage s'avère également très diversifié, rendant difficile l'estimation de pompage à l'échelle du tertiaire et par suite à l'échelle du périmètre.

Le travail réalisé à l'échelle des exploitations agricoles au sein du tertiaire P13TD5B, nous a montré que les différences de comportement des agriculteurs vis-à-vis le recours à l'eau de surface et à la nappe sont justifiées par d'autres critères socio-économiques tels que l'émigration et le revenu extérieur, l'indivision et le problème d'héritage, les contraintes financières et enfin la structure foncière de l'exploitation. Ainsi, les facteurs physiques (salinité du sol et de l'eau, dynamique de la nappe) ne sont pas les seuls déterminants qui conditionnent les règles de prise des décisions des agriculteurs quant au choix de la ressource en eau à utiliser.

De point de vue économique, nous avons constaté que la marge brute globale moyenne par hectare des agriculteurs ayant un accès unique à l'eau de surface est nettement inférieure à celle des agriculteurs qui mélangent les deux ressources. Nous avons estimé cette marge à 15.009,00 Dh/ha contre 23.829,00 Dh/ha pour les agriculteurs qui irriguent par les deux ressources. Nous avons aussi remarqué que la MBG moyenne par hectare diminue proportionnellement à l'augmentation de la taille de l'exploitation. Cette tendance est exprimée par l'aptitude des petites exploitations à l'intensification et par d'autres facteurs tels que l'achat des dotations en eau de surface par les petites exploitations.

L'ensemble des exploitations du tertiaire a fait l'objet de simulations grâce au logiciel informatique "Olympe". Ce logiciel permet, une fois le fonctionnement technico-économique d'une exploitation est entré, de procéder à des simulations de scénarios d'avenir aussi bien pour le mode de conduite de l'exploitation que les conséquences d'un investissement .

Une comparaison de l'évolution des résultats économiques des exploitations simulées, entre la situation actuelle et celle projetée (traduisant les décisions stratégiques des agriculteurs face à une pénurie d'eau) nous a permis de dégager les résultats suivantes :

- L'analyse des résultats du scénario S_1 montre l'importance de la présence du forage dans les exploitations du tertiaire surtout pour celles dont la superficie est

supérieure à deux hectares. Nous avons trouvé par exemple une diminution de l'excédent brut de l'exploitation de 45 % pour un agriculteur ayant 23 ha, lorsque celui-ci n'utilisera pas son forage,.

- L'échange d'eau reste une alternative très intéressante pour les agriculteurs qui n'ont pas les moyens pour exploiter les eaux souterraines. Pour un exploitant dans le tertiaire, l'achat de la dotation en eau de surface d'autres agriculteurs lui a permis d'améliorer sa marge brute globale de presque la moitié. L'étude a aussi montré que cette stratégie d'échange d'eau est plus intéressante que l'investissement dans une station de pompage. En plus de l'avantage de point de vue qualité qu'elle peut offrir, elle permet d'améliorer le revenu agricole et la trésorerie de l'exploitant;

- Le revenu extérieur constitue une source d'argent très importante pour les agriculteurs. Il permet aux agriculteurs de financer leurs projets, surtout l'investissement dans une station de pompage. Ainsi, on pourra confirmer que c'est un facteur très important qui a permis le développement du pompage dans le tertiaire et probablement à l'échelle de tout le périmètre de Tadla;

- L'attachement des agriculteurs à la pratique d'élevage bovin est justifié. En effet, le projet d'augmenter le troupeau de deux vaches laitières a donné des résultats satisfaisants, surtout pour les petites exploitations, avec une augmentation de la marge brute globale qui peut atteindre les 50%.

A la lumière de ce travail, on a pu déceler des interrogations qui ouvrent des nouvelles voies et perspectives de recherche :

- L'exploitation d'eau souterraine devient de plus en plus une nécessité dans le sous périmètre des Beni-Amir. Comment peut-on continuer à exploiter cette ressource tout en assurant sa pérennité ?
- Quelle sera la situation financière des exploitations agricoles sans avoir recourt à un revenu extérieur généré par l'émigration ?

- Dans un tertiaire où le système de production est basé sur l'élevage, comment peut-on convaincre les agriculteurs d'adopter une technique d'économie d'eau comme le goutte à goutte ?

Pour répondre à ces questions, nous recommandons de poursuivre la présente étude par d'autres travaux sur l'ensemble du périmètre à fin de mieux comprendre plus davantage les stratégies des agriculteurs et leurs impacts socio-économiques et environnementaux notamment :

- Prendre en considération l'évolution du niveau de la nappe et son impact sur le coût du m³ pompé;
- Effet que peut causer l'utilisation d'une eau de nappe de mauvaise qualité sur la production agricole et sur le revenu des agriculteurs.

Pour les recommandations pratiques, on propose :

- Utiliser l'eau souterraine comme complément à l'eau de surface, en veillant à améliorer l'efficacité de pompage par une action de vulgarisation auprès les agriculteurs sur les quantités d'eau à apporter par pompage lors de chaque tour d'eau;
- Inciter les agriculteurs à utiliser les forages en commun, pour diminuer les frais d'investissement et d'entretien, et aussi le fait d'avoir un "tour d'eau de pompage" diminuera les quantités d'eau pompées par agriculteur. Par conséquent, les agriculteurs seront obligés de s'organiser pour mieux gérer la ressource en commun;
- Rendre accessible les subventions pour les petites exploitations familiales.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1) **ATTONATY J.M., CHATELIN M.H. et POUSSIN J.C., 1989** – L'évolution des méthodes et langages de simulation – in "Modélisation systématique et système agraire : Décision et organisation". Actes du séminaire du département SAD, Saint-Maximin le 2 et 3 Mars 1989, INRA, p.119-132.

- 2) **BACOT M.L., 2001**– Les stratégies d'utilisation conjuguée des eaux de surface et souterraines pour l'irrigation dans le périmètre irrigué de Tadla (Maroc) – Mémoire de fin d'études : ENGEES (école nationale du génie de l'eau et de l'environnement de Strasbourg), 81 p.

- 3) **BELHACENE H. et CHAYAT M., 1992** – Evolution des problèmes d'engorgement des sols, de drainage et de la qualité des eaux et des sols dans le périmètre du Tadla. Qualité des eaux et des sols dans le périmètre du Tadla – mémoire de troisième cycle en agronomie, option génie rural : IAV, 152 p.

- 4) **BENHAMOUDA N., 1999** – Stratégie des agriculteurs irriguants confrontés à une situation de pénurie d'eau cas d'un périmètre irrigué privé dans le bassin du Merguellil – Tunisie Centrale, thèse en vue de l'obtention du diplôme des hautes études du CIHEAM, 160 p.

- 5) **BENHIDA M., 1998** : Stratégies intégrées d'utilisation optimale des ressources en eau superficielles et souterraines, dans le périmètre du Tadla, sous contraintes d'ordre économiques et environnementales.

- 6) **BERTHOME P., 1991**– Second projet d'amélioration de la grande irrigation, mission de pré-évaluation de la banque mondiale – Annexe sur l'amélioration des techniques d'irrigation, 60 p.

- 7) **BLILI H., 1994** – Utilisation conjuguée des eaux de surface et des eaux souterraines du point de vue de l'exploitation agricole : Développement et application d'un modèle de programmation linéaire cas du périmètre des Beni Moussa (Tadla) – mémoire de troisième cycle en agronomie, option génie rural : IAV, 161 p.

- 8) **BONNEVIALLE J.R., JUSSIUE R. et MARSHALL E., 1989** – Approche globale de l'exploitation agricole – Dijon : INRAP, 329 p.

- 9) **CHATELIN M.H. et POUSSIN J.C., 1991** – Diagnostic d'exploitation agricole : apport de la simulation – in Economie rurale, n° 206, p. 77-80.

- 10) **CROSSON P. et ANDERSON J.R., 1992** – Resources and global food prospects – Document technique de la Banque mondiale n° 184.

- 11) **DEFFONTAINES J.P. et PETIT M., 1985** – Comment étudier les exploitations agricoles d'une région? Présentation d'un ensemble méthodologique – INRA-SAD Dijon, 47 p.
- 12) **DEHOTIN J., 2001** – Impact de l'irrigation sur l'évolution de la salinité des sols dans le périmètre irrigué du Tadla – mémoire de troisième cycle en agronomie, option génie rural : IAV, 165 p.
- 13) **EASTER K.W. et HEARNE R.R., 1990** – Decentralising water resources management: economic incentives, accountability and assurance –Document technique de la Banque mondiale. Banque mondiale, Washington. (Sous presse)
- 14) **FLOWER A.C., 1990** – "Conjunctive use-Advantages; constraints and exemples : discussion – in journal of water resources planning and management, volume 117 n° 2 March : April 1990, p. 334-337
- 15) **GARDNER R., OSTROM E. et WALKER. J.M., 1990** –The nature of common pool resources – Rationality and Society, 2: p. 335-358.
- 16) **GIRARD N., 1995** – Modéliser une représentation d'experts dans le champs de gestion de l'exploitation agricole : Stratégie d'alimentation au pâturage des troupeaux ovins allant en Méditerranée – Thèse doctorat en biométrie, Université Claude Bernard- Lyon I, 234 p.
- 17) **GRAS R., BENOIT M., DEFFONTAINES J.P., DURU M., LAFARGE M., LANGLET A. et OSTY P.L., 1989** – Le fait technique en agronomie : activité agricole, concepts et méthodes d'études – « Collection alternative rurale », ed. INRA et L'Harmattan, 184 p ;
- 18) **GUICHARD M. et MICHAUD R., 1994** – La stratégie à pas comptés, piloter l'entreprise agricole dans l'incertitude et dans la complexité – Editions CNERTA-SED, ENESAD Dijon, 298 p.
- 19) **JACK J.C., 1990** – Conjunctive use -Advantages, constraints and exemples – In Journal of water resources planning and Management. Volume 116 (3) May / June 1990.
- 20) **JEBBOUR S., 1995** – Utilisation conjuguée des eaux de surface et des eaux souterraines dans le périmètre du Tadla : Aspect quantitatif et qualitatif – mémoire de troisième cycle en agronomie, option génie rural :IAV, 177 p.
- 21) **JOUE P., 1987** – Un modèle d'aménagement hydro-agricole à l'épreuve du temps et de l'évolution des systèmes de production. Le cas des grands périmètres irrigués marocains – Les Cahiers de la Recherche Développement, n° 14-15, Juin-septembre p .122-131

- 22) JOUVE P., 1992** – Le diagnostic du milieu rural à la parcelle. Approche systémique des modes d'exploitation du milieu – Montpellier : CNEARC, 40 p.
- 23) LATIF M. et DOUGLAS L.J., 1991** –Conjunctive water use to control watterlogging and salinisation – In : volume 117(6) Nov / Déc , p. 611-627
- 24) LE BARS Y. et POITRINAL D., 1998** : Les documents de travail atelier 3 eaux souterraines et développement durable stratégie de gestion et de financement.
- 25) LE GRUSSE PH., 2001** – Du "local" au "global" : Les dynamiques agro-alimentaires territoriales face au Marché Mondial. Quels instruments d'aide à la décision pour l'élaboration des stratégies territoriales – Option Méditerranéennes Série B Etudes et recherches Numéro 32, 18 p.
- 26) MARCHESNAY M., 1991** : Economie d'entreprise . Paris : Eyrolle, 110 p.
- 27) MARCHESNAY M., 1993** : Management stratégique. Paris : Eyrolle, 193 p.
- 28) MOLLE F. et RUF T., 1994** – Eléments pour une approche systémique du fonctionnement des périmètres irrigués – In « Recherche-système en agriculture et développement rural », symposium internationale, Montpellier 21-25 No, p. 114-118.
- 29) MOSSEDDAQ F. et MAJNAOUI M., 1993** – Etude des exploitation et suivi de parcelle :Diagnostic agronomique, étude socio-économique des exploitations agricoles, contraintes à la production céréalière cas du Tadla – Tome 1, volume II., p 138.
- 30) ORMVAT, 2002** – Rapport d'activité 2^{ème} semestre 2002 – 6 p.
- 31) PARALTA R.C. et al., 1990.** – Optimal conjunctive use of irrigation sources – In : Management of farm irrigation systems, Déc, p. 427-457.
- 32) PAUL J.L., BORY A., BELLANDE A., GARGANTA E., et FABRI A., 1994** – Quel système de référence pour la prise en compte de la rationalité de l'agriculteur : du système de production agricole au système d'activité – In « recherche-système en agriculture et développement rural », symposium internationale, Montpellier 21-25 N, p. 46-52.
- 33) PNUE., 1992** : Sauver notre planète. PNUE, Nairobi.
- 34) PUSHAPA R.O. et al., 1991** – Multistep Planning Model forconjunctive use of surface and Groundwater Resources – In : Journal of Water Resources Planning and Management, Virginia, p. 34-46.
- 35) ROUX P., 1986** – Economie agricole – Paris : Technique et documentation (Lavoisier), 159 p.

36) SADDINI Y., 1999 – La situation actuelle de l'irrigation localisée dans la région d'Agadir – mémoire de troisième cycle en agronomie, option génie rural :IAV, 103 p.

37) SEBILLOTTE M., 1979 –Analyse de fonctionnement des exploitations agricoles : Trajectoire et typologie – In éléments pour une problématique de recherche sur les systèmes agraires et le développement. Assemblée constitutive du département SAD. Paris, INRA, p. 20-30.

38) SEBILLOTTE M., 1994 – Recherches - systèmes et action - Excursion inter disciplinaires in recherche-système en agriculture et développement rural– Symposium international .Montpellier, France.

39) THOMAS V., 2001 – Analyse et modélisation de l'utilisation conjuguée des eaux de surface et des eaux souterraines dans le périmètre irrigué des Beni-Amir (Maroc) – Mémoire de DEA "sciences de l'eau dans l'environnement continental" : Université de Montpellier II sciences et techniques du Languedoc, 118 p.

40) UMALI D.L., 1993 – Irrigation-induced salinity: a growing problem for development and the environment – Document technique de la Banque mondiale, n° 215. Banque mondiale, Washington.

41) WOOD G.E., PALMER-JONES R., AHMED Q.F., MANDAL M.A.S et DUTTA S.C., 1990 – The water sellers: a cooperative venture by the rural poor – Kumarian Press, West Hartford, Connecticut.

42) YOUNG R.A.,1993 – Aquifer overexploitation: economics and policies – Proc. 23rd Conference of the International Association of Hydro geologists, Santa Cruz, Espagne.

43) YOUNG R.A. et HORNER G.H., 1986 – Irrigated agriculture and mineralised Water – In Phipps T.T., Crosson P.R. et Price K.A., eds. Agriculture and the environment. Resources for the Future, Washington.

44) ZAZ H., 1996 – Bilan de la gestion des ressources en eau dans le périmètre irrigué du Tadla – Rapport ORMVAT, 70 p.

45) ZOLLER et BEGUIN H., 1992 – Aide à la décision. L'évaluation des projets d'aménagement – Paris, Economica

Bibliographie consultée mais non citée :

1) BOUNJA R. et HAMMANI A., 1991 – Etude de la nappe phréatique et du drainage dans le périmètre de Beni-Moussa (Tadla), bilan hydrogéologique de la nappe- diagnostic du réseau de drainage – mémoire de troisième cycle en agronomie, option génie rural :IAV, 290 p.

- 2) **CHAABANI A., 2002** – Adaptation des modèles de l'eau, de l'azote et des sels du programme « Ecoferme » pour le calcul de l'écobilan d'une exploitation agricole irriguée du Tadla – mémoire de troisième cycle en agronomie, option génie rural :IAV,134 p.

- 3) **CHEMAK F., 1997** – Aide à la décision au niveau d'un périmètre irrigué, essais de mise en œuvre des concepts des modèles multi- agents – thèse en vue de l'obtention du diplôme des hautes études du CIHEAM, 99 p.

- 4) **LABBÉ F., RUELLE P., GARIN P. et LEROY P. :** Modelling irrigation scheduling to analyse water management at farm level, during water shortages (European journal of Agronomy), p 56-67.

- 5) **LECONTE L., 2002** : Modélisation des exploitations agricoles de Kalimantan – 45 p.

- 6) **Manuel d'utilisation, 2002** : Olympe.ink – version provisoire – (CIHEAM-IAMM), 71 p.

- 7) **Rapport de stage collectif, 2001** – Les changements dans la gestion de l'irrigation, la cas du Tadla – 131 p.

- 8) **SAIDOU A. et RAZAFINRATSIMBA T., 2001** – Détermination des besoins en eau d'irrigation des principales cultures dans les périmètres irrigués marocains – mémoire de troisième cycle en agronomie, option irrigation : IAV, 149 p.

ANNEXES

ANNEXES

ANNEXE 1 :

Le nombre des immigrés pour chaque agriculteur du tertiaire P13TD5B.

(Source : Enquêtes)

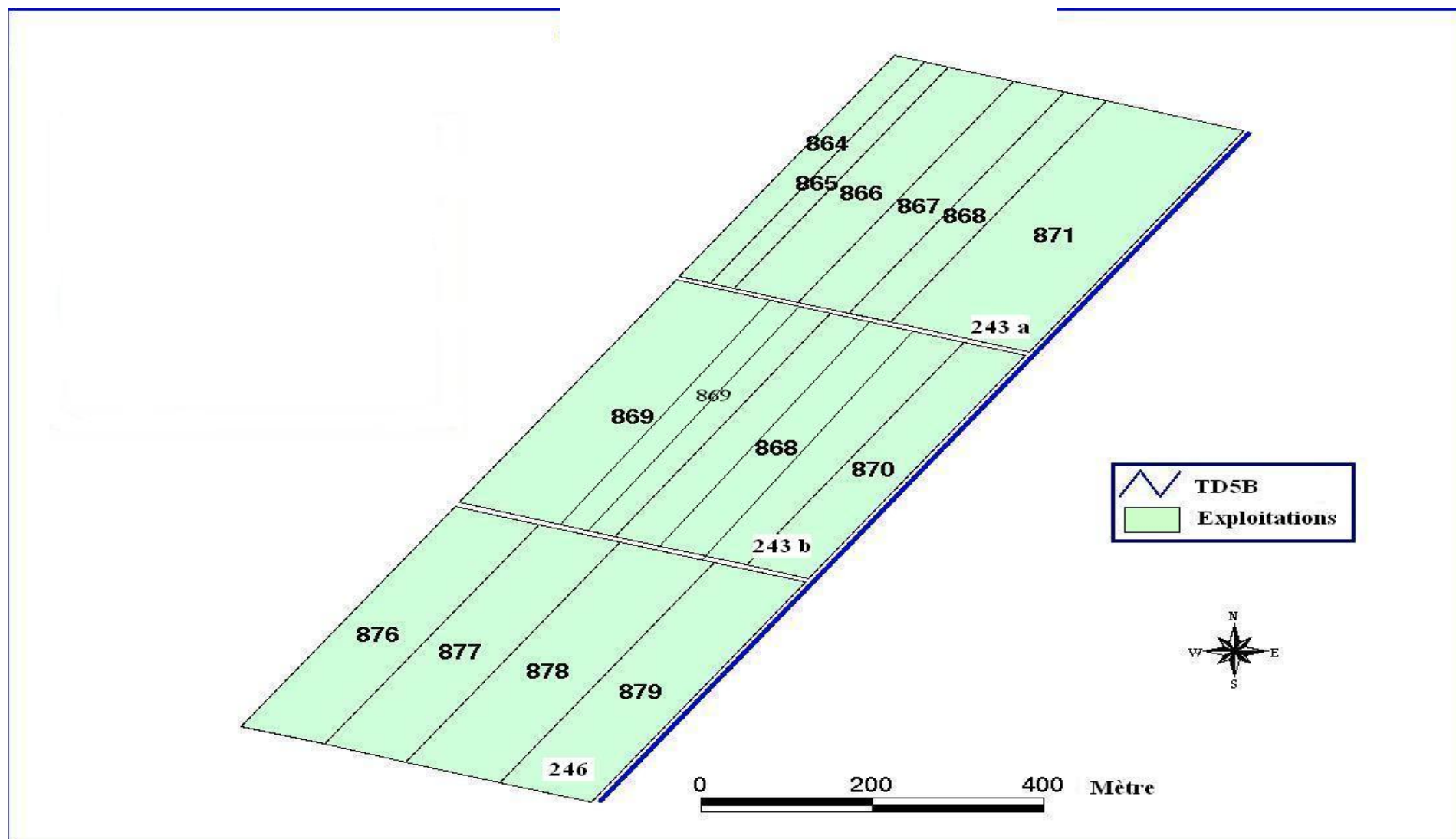
Numéro	Nombre des immigrés
1	1
2	1 (en 2001)
6	2
7	2
8	1
10	1
11	2
13	2
9,14,15	3

ANNEXE 2 :

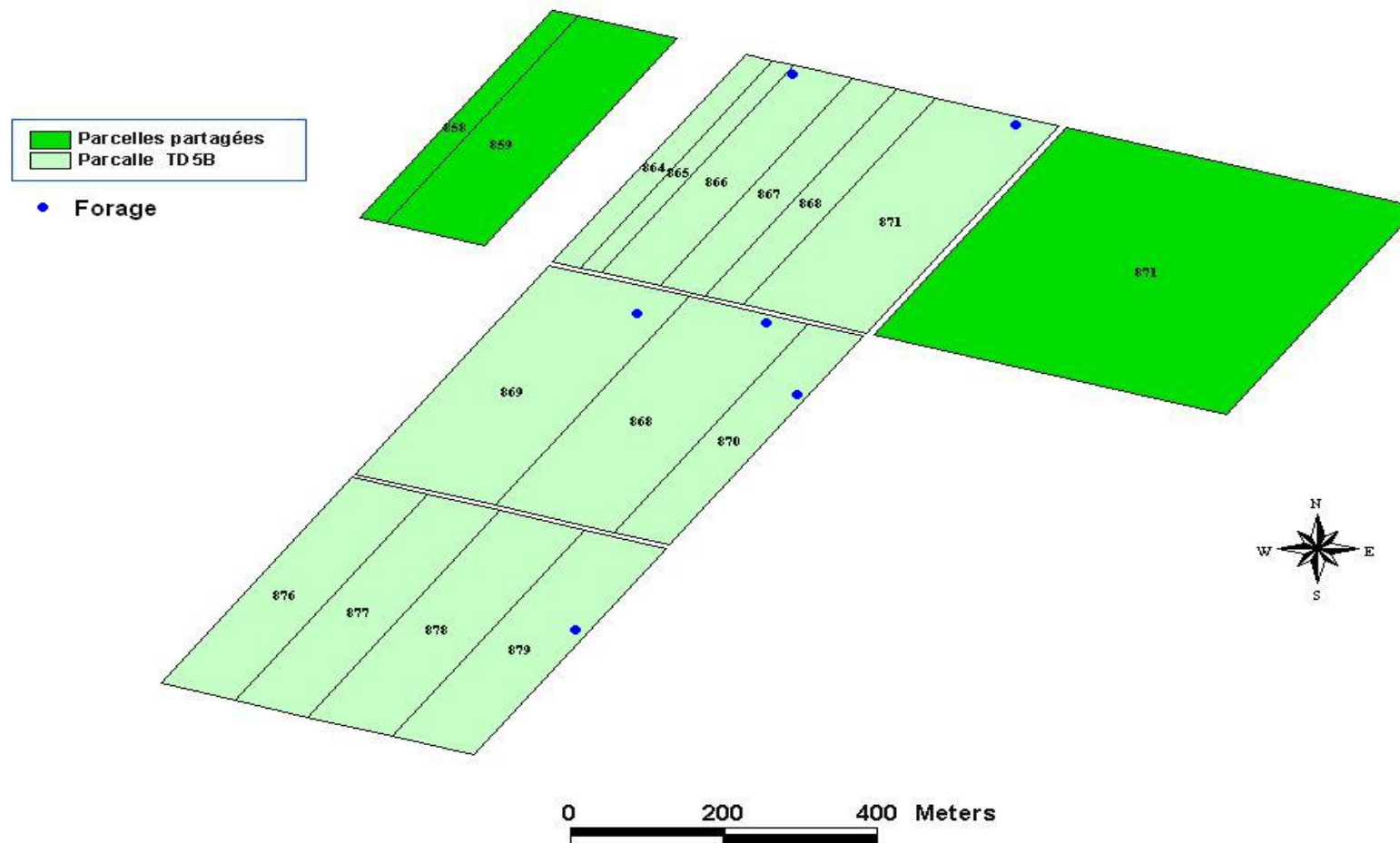
Le mode de faire valoir et la résidence des exploitants du tertiaire P13D5B.

(Source : Enquêtes)

MLE	Numéro	Mode de faire valoir	Résidence
04864	1	Direct	hors exploitation
04865	2	Direct	hors exploitation
04866	3	Direct	dans exploitation
04867	4	Direct	hors exploitation
04868	5	Direct	dans exploitation
04868	6	Direct	dans exploitation
04868	7	Direct	dans exploitation
04868	8	Direct	dans exploitation
04869	9	Direct	dans exploitation
04870	10	Indirect	hors exploitation
04871	11	Indirect	dans exploitation
04876	12	Direct	dans exploitation
04879	13	Direct	dans exploitation
04869	14	Direct	dans exploitation
04869	15	Indirect	dans exploitation
04877	16	Direct	dans exploitation
04878	17	Direct	dans exploitation



ANNEXE 3 :
Parcellaire du tertiaire P13TD5B d'après les enquêtes sur le terrain



ANNEXE 4 :Parcellaire du tertiaire P13TD5B et de ces parcelles partagées sur les tertiaires les plus proches

ANNEXE 5 :
Les occupations du sol pour chaque agriculteur du tertiaire : (campagnes 200/2001,2001/2002
et 2002/2003) (Source : Enquêtes)

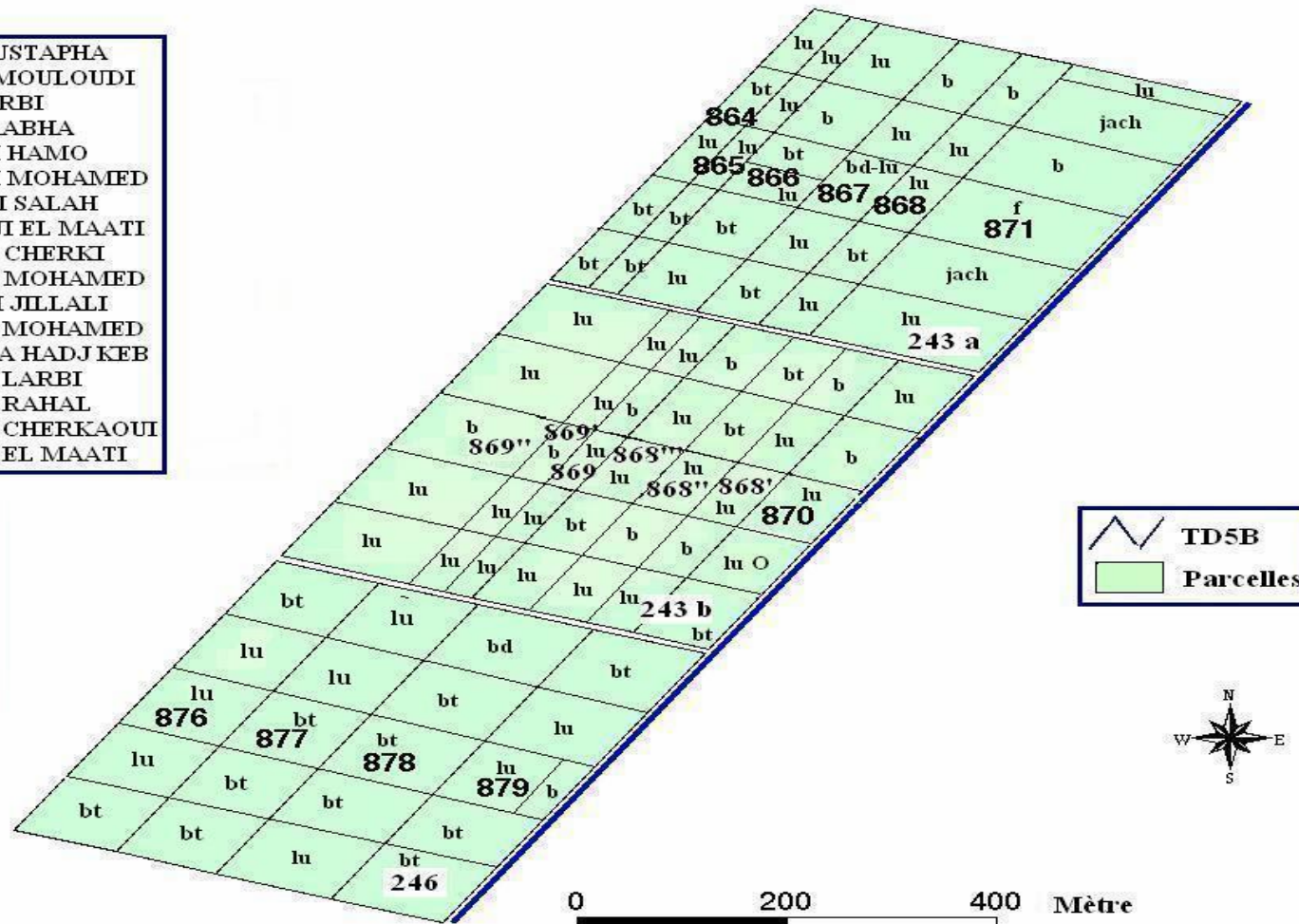
		Occupation du sol		
Agriculteurs	Sup (ha)	2000/2001	2001/2002	2002/2003
AG1	1.41	Luzerne/blé tendre	Luzerne/blé tendre	Blé tendre/luzerne
AG2	0.98	luzerne	luzerne	Blé tendre/luzerne
AG3	2.88	Luzerne/bersim/blé tendre/maïs F	Luzerne/bersim/blé tendre/maïs F/orge	Luzerne/bersim/blé tendre
AG4	2.18	Luzerne/blé tendre	Luzerne/blé tendre/bersim	Luzerne/bersim/blé tendre/blé dur
AG5	2	Luzerne/blé tendre	Luzerne/blé tendre/bersim	Luzerne/blé tendre/bersim
AG6	1.98	Luzerne/bersim	Luzerne/bersim/maïs F	Luzerne/bersim/blé tendre
AG7	1.98	Luzerne/bersim	Luzerne/bersim/Sorgho F	Bersim/luzerne
AG8	1.98	Luzerne/blé tendre	Luzerne/blé tendre/sorgho F	Luzerne/blé tendre/bersim
AG9	1.2	Luzerne/bersim	Luzerne/bersim/maïs F	Luzerne/bersim
AG10	2.78	Luzerne/blé tendre/bersim/orge	Luzerne/blé tendre bersim/maïs F	Luzerne/bersim/blé tendre/orge
AG11	6.07	Luzerne/persil/sorgho F	Luzerne/blé tendre/bersim /sorgho F/orge F	Luzerne/blé tendre/ bersim/ fève/ sorgho F
AG12	3.57	Blé tendre/luzerne/besrim	Luzerne/blé tendre/orge	Luzerne/blé tendre
AG13	3.98	Olivier	Blé tendre luzerne sésame/bersim	Blé tendre/luzerne/bersim
AG14	4.44	Betterave/luzerne/blé tendre	Luzerne/bersim/blé tendre	Luzerne/bersim
AG15	1.2	Luzerne/bersim	Luzerne/bersim/blé tendre	Luzerne/bersim
AG16	3.69	Blé tendre	Blé tendre/luzerne/orge	Luzerne/blé tendre
AG17	4.15	Luzerne/blé tendre	Blé tendre/luzerne	Blé tendre/blé dur/luzerne

(F : fourrager)

LES CULTURES PRATIQUEES AU NIVEAU DU TERTIAIRE P13TD5B

864 HAKIM MUSTAPHA
 865 ESSADEK MOULOUDI
 866 KABILI LARBI
 867 AIT ATTI RABHA
 868 SAADAOUI HAMO
 868'SAADAOUI MOHAMED
 868''SAADAOUI SALAH
 868'''SAADAOUI EL MAATI
 869 BKHOUCHE CHERKI
 869'BKHOUCHE MOHAMED
 869''BKHOUCHE JILLALI
 870 MAHHADI MOHAMED
 871 BEN LENDA HADJ KEB
 876 EL HEMRI LARBI
 877 EL HEMRI RAHAL
 878 EL HEMRI CHERKAOUTI
 879 EL HEMRI EL MAATI

Cultures :
 lu : luzerne
 bt : blé tendre
 b : bersim
 bd : blé dur
 f : fève
 O : orge
 jach : jachère



ANNEXE 6 :
 Les occupations du sol dans le tertiaire P13TD5B (Campagne 2002/2003)

ANNEXE 7 : Ressources en eau utilisées pour chaque exploitation du tertiaire (Source: Enquêtes)

MLE	Nom et prénom	Superficie (ha)	Résidence	Tertiaire	Ressources en eau
04864 ?	AG1	-1.41 -1.61	-Hors exploitation -Dans exploitation	-P13TD5B -P12Aval	-Réseau -Réseau
04865 04858 04859 07868	AG2	-0.98 -1.18 -1.20 -1.00	-Hors exploitation -Dans exploitation -Dans exploitation -Hors exploitation	-P13TD5B -P13TD5C -P13TD5C -P12AvalTG6B	-Forage + réseau -Réseau -Forage -Réseau + assainissement urbain
04866	AG3	-2.88	-Dans exploitation	-P13TD5B	-Forage + réseau
04867	AG4	-2,18	-Hors exploitation	--P13TD5B	-Réseau
04868	AG5	-1.92	-Dans exploitation	-P13TD5B	-Réseau
04868	AG6	-1.98	-Dans exploitation	-P13TD5B	-Forage + réseau
04868	AG7	-1.98	-Dans exploitation	-P13TD5B	-Forage + réseau
04868	AG8	-1.98	-Dans exploitation	-P13TD5B	-Forage +réseau
04869	AG9	-1.20	-Dans exploitation	-P13TD5B	-Forage + réseau
04870	AG10	-2.78	-Hors exploitation	-P13TD5B	-Forage + réseau
04871 04871 04482	AG11	-6.07 -17.35 -9.32	-Dans exploitation -Dans exploitation -Hors exploitation	-P13TD5B -P13TD5A -P12AvalTG6C	-Forage + réseau -Réseau + forage -Réseau
04876 07803	AG12	-3.57 -2.5	-Dans exploitation -Hors exploitation	-P13TD5B - P17	-Réseau -Réseau
04879 ?	AG13	-3.98 -2.5	-Dans exploitation -Hors exploitation	-P13TD5B - P17	-Forage +réseau -Réseau
04869	AG14	-4.44	-Dans exploitation	-P13TD5B	-Forage + réseau
04869	AG15	-1.20	-Dans exploitation	-P13TD5B	-Forage + réseau
04876 ?	AG16	-3.57 -3.5	-Dans exploitation -Hors exploitation	-P13TD5B -P17	-Réseau + forage -Réseau
04876 ?	AG17	-3.57 -3.5	-Dans exploitation -Hors exploitation	-P13TD5B - P17	-Réseau (forage non fonctionnel) -Réseau

ANNEXE 8 :
Marge brute globale des exploitations enquêtées par hectare (en Dh)
 (Source : Résultats de calcul sur Olympe)

Agriculteurs	Ressources en eau	SAU	MBG	MBG /ha
AG1	Réseau	3	21341	7114
AG2	Réseau+forage	4,2	87041	20724
AG3	Réseau+forage	2,8	67023	23600
AG4	Réseau	2,2	31682	14533
AG5	Réseau	1,7	56540	32872
AG6	Réseau+forage	2	96685	48831
AG7	Réseau+forage	2	77383	39082
AG8	Réseau+forage	2	34166	17256
AG9	Réseau+forage	1,2	36778	30648
AG10	Réseau+forage	2,7	57604	21335
AG11	Réseau+forage	23	187476	7923
AG12	Réseau	6	39802	6634
AG13	Réseau+forage	6,5	76270	11770
AG15	Réseau+forage	4,4	139838	31781

Source : Résultats de calcul sur Olympe.

ANNEXE 9 :
La rentabilité des principales cultures pratiquées au niveau du tertiaire
P13TD5B :

La rentabilité de l'olivier (campagne 2001/2002) :

Plantation en inter sole :

Désignation	Quantité/Nbre	Prix unitaire (Dh)	Coût global (Dh)
1- Charges variables :	-	-	-
*Travaux mécaniques du sol			
*Main d'œuvre :			
- Travaux du sol	6	30	180
- Fertilisation	2	50	100
- Irrigation	4	50	200
- Confection seguias	5	30	150
- taille d'entretien	10	50	500
- Trait. Phytosanitaires	4	50	200
- Récolte	12	30	360
*Intrants :			
- Engrais de fond	1	250	250
- Engrais de couvert.	1	150	150
- Produits phytosanitaires	2 unités	100	200
- Eau d'irrigation	2000 m ³	0.18	360
Total des C.V.	-	690	2650
2- Charges fixes	-	-	-
Total (1) + (2)	-	690	2650

- Rendement moyen : 3.3 T/ha
- Prix des olives : 4.5 Dh/Kg
- **Valeur de la production : 14.850 Dh/ha**
- Charges totales : 2.650 Dh/ha
- Coût de production d'un Kg : 0.8 Dh/Kg

Marge nette : 12.200 Dh/ha

Rentabilité de la culture de blé tendre (campagne 2001/2002) :

Désignation	Unité	Nombre	Prix unitaire (Dh)	Coût global (Dh)
1- Charges variables :				
*Travaux du sol et récolte				
- Labour	Ha	1	350	350
- Cover crop	Ha	2	150	300
- Récolte	Ha	1	500	500
- Bottelage	Bottes	200	2.5	500
*Intrants :				
- Semences	qx	1.75	360	630
- Engrais de fond	qx	2	200	400
- Engrais de couvert	qx	1.5	165	247.5
- Désherbage anti- mono	L	0.75	650	487.5
- Désherbage anti- dicot	L	1	75	75
- Sacherie	unité	51	10	510
- Eau d'irrigation	m ³	3000	0.18	540
*Mains d'œuvre :				
- Ados d'irrigation	-	1	35	35
- Semaille	-	1	35	35
- Epannage d'engrais de fond	-	1	35	35
- Epannage d'engrais de couvt	-	1	35	35
- Désherbage chimique	-	2	35	70
- Irrigation	-	8	35	280
- Gardiennage des moineaux	-	10	30	300
-Transport	-	-	100	100
Total des C.V.	-	-	-	5430
2- Charges fixes				
*Valeur locative	-	-	2500	2500
Total (1) + (2)	-	-	-	7930

- **Rendement moyen** : 51qx/ha
- **Prix de quintal de blé tendre** : 250 Dh/qx
- **Valeur de la production des grains** : **12.750 Dh/ha**
- **Nombre moyen des bottes de paille** : 200 bottes/ha
- **Prix d'une botte de paille** : 12 Dh/Botte
- **Valeur de la production des bottes** : 2400 Dh/ha
- **Total des produits** : 12.750+2.400 = 15.150 Dh/ha.

Marge brute : 9720 Dh/ha ; Marge nette : 7220 Dh/ha

Rentabilité de la culture du blé dur (campagne 2001/2002) :

Désignation	Unité	Nombre	Prix unitaire (Dh)	Coût global (Dh)
1- Charges variables :				
*Travaux du sol et récolte				
- Labour	Ha	1	350	350
- Cover crop	Ha	2	150	300
- Récolte	Ha	1	500	500
- Bottelage	Bottes	200	2.5	500
*Intrants :				
- Semences	qx	1.75	400	700
- Engrais de fond	qx	2	200	400
- Engrais de couvert	qx	1.5	165	247.5
- Désherbage anti-monocotylédone	L	0.75	650	487.5
- Désherbage anti- dicotylédone	L	1	75	75
- Sacherie	unité	53	10	530
- Eau d'irrigation	m ³	3000	0.18	540
*Mains d'œuvre :				
-Ados d'irrigation	-	1	35	35
- Semaille	-	1	35	35
- Epannage d'engrais de fond	-	1	35	35
- Epannage d'engrais de couvt	-	1	35	35
- Désherbage chimique	-	2	35	70
- Irrigation	-	8	35	280
- Gardiennage des moineaux	-	10	30	300
-Transport	-	-	100	100
Total des C.V.	-	-	-	5520
2- Charges fixes				
*Valeur locative	-	-	2500	2500
Total (1) + (2)	-	-	-	8020

- **Rendement moyen** : 53 qx/ha
- **Prix de quintal de blé tendre** : 300 Dh/qx
- **Valeur de la production des grains** : **15.900 Dh/ha**
- **Nombre moyen des bottes de paille** : 200 bottes/ha
- **Prix d'une botte de paille** : 12 Dh/Botte
- **Valeur de la production des bottes** : 2400 Dh/ha
- **Total des produits** : 15.900+2.400 = 18.300 Dh/ha.

Marge brute : 12.780 Dh/ha ; Marge nette : 10.280 Dh/ha

Rentabilité de la luzerne (campagne 2001/2002)

Désignation	Unité	Quantité	Prix U. (Dh)	Coût G. (Dh)	Charges annuelles
1- Charges variables :					
*Travaux du sol et récolte					
- Labour	Ha	1	350	350	87.5
- Cover crop	Ha	3	150	450	112.5
- Confection seguias	Ha	-	120	120	30
*Intrants :					
- Semences	Kg	45	33	1485	371.25
- Engrais de fond	qx	2	220	440	110
- Engrais de couvert	qx	3	160	480	480
- Produits de traitement	L ou Kg	-	-	500	500
- Eau d'irrigation	m ³	12000	0.18	2160	2160
*Mains d'œuvre :	jours	50	35	1750	1750
Total des C.V.	-	-	-	7735	5601.25
2- Charges fixes :					
- Valeur locative	Ha	1	3000	3000	3000
- Frais financiers	-	-	-	760	760
- Charges diverses	-	-	-	-	-
Total (1) + (2)	-	-	-	11495	9271.25

- **Valeur de la production :**

$$52.75 \text{ TMV/ha} * 700 \text{ Dh/TMV} = 36925 \text{ Dh/ha}$$

- **Marge brute :** $36925 - 5601.25 = 31.324 \text{ Dh/ha}$
- **Marge nette :** $36925 - 9271.25 = 27.654 \text{ Dh/ha}$.

N.B : La luzerne est une culture pluriannuelle, elle occupe le sol durant 4 ans (cas du Tadla). Donc sur cette base, elles sont calculées les charges annuelles.

$$\text{Charges annuelles} = \text{Coût global (Dh)}/4$$

Rentabilité du bersim (campagne 2001/2002)

Désignation	Unité	Quantité	Prix Unitaire (Dh)	Coût global (Dh)
1- Charges variables :				
*Travaux du sol et récolte				
- Labour	Ha	1	350	350
- Cover crop	Ha	3	150	450
- Confection seguias	Ha	-	120	120
*Intrants :				
- Semences	Kg	45	30	1350
- Engrais de fond	qx	1	220	220
- Engrais de couvert	qx	2	160	320
- Produits de traitement	L ou Kg	-	400	400
- Eau d'irrigation	m ³	4000	0.18	720
*Mains d'œuvre :	jours	40	35	1400
Total des C.V.	-	-	-	5.650
2- Charges fixes :				
	mois	5	250	1250
-Valeur locative	-	-	-	-
-Frais financiers	-	-	-	400
-Charges diverses				
Total (1) + (2)	-	-	-	7.300

- **Valeur de la production :**

$$53 \text{ TMV/ha} * 300 \text{ Dh/TMV} = 15900 \text{ Dh/ha}$$

- **Marge brute :** $15900 - 5650 = 10.250 \text{ Dh/ha}$
- **Marge nette :** $15900 - 7300 = 8.600 \text{ Dh/ha}$.

Rentabilité de l'orge fourragère (campagne 2001/2002) :

Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (Dh)	Coût global (Dh)
1- Charges variables :				
*Travaux du sol et récolte				
- Labour	Ha	1	350	350
- Cover crop	Ha	2	120	300
- Confection seguias	Ha	-	120	120
*Intrants :				
- Semences	qx	1	160	160
- Engrais de fond	qx	-	-	-
- Engrais de couvert	qx	1	240	240
- Eau d'irrigation	m ³	1500	0.18	270
*Mains d'œuvre :	jours	15	35	525
Total des C.V.	-	-	-	1.965
2- Charges fixes :				
-Valeur locative	mois	4	250	1000
-Frais financiers	-	-	-	139
-Charges diverses	-	-	-	137
Total (1) + (2)	-	-	-	3.241

- **Valeur de la production** : 7.500 Dh/ha
- **Marge brute** : $7.500 - 1.965 = 7075$ Dh/ha
- **Marge nette** : $7.500 - 3.241 = 4.259$ Dh/ha.

ANNEXE 10 : Questionnaire

I- PRESENTATION DE L'EXPLOITATION :

I-1 L'exploitant et sa famille :

- Nom et prénom : Age :ans.
- Gérant de l'exploitation :
- Sexe :
 - ☐ Masculin
 - ☐ Féminin
- Nombre d'enfants :... Ages :
- Avez vous d'autres activités ?
 - ☐ Oui
 - ☐ Non

Si oui :

Désignation	Période dans l'année	Revenu par an

- Résidence :

Lieu :
Distance/ l'exploitation :Km
Distance de la route goudronnée :Km
Moyen de transport :
- Vous avez de la famille à l'étranger ? : (revenu extérieur).
 - ☐ Oui
 - ☐ Non.

Si oui combien ?
- Vous êtes adhérent dans une association ou coopérative ?
 - ☐ Oui
 - ☐ Non.

Si oui la quelle ?

I-2 Identification de l'exploitation :

- SAT.....Ha SAU.....Ha Irrigable.....Ha.
- Mode de faire valoir :
 - ☐ Direct
 - ☐ Indirect
- Avez vous d'autres parcelles hors ce tertiaire (parcelles partagées) ?
 - ☐ Oui
 - ☐ Non.

Si oui :

MLE	CDA	Tertiaire	Distance du tertiaire TD5B	Superficie (ha)	Mode de faire valoir

- Nombre de parcelles :

I-3 Equipements :

- Quels sont les équipements que vous possédez dans votre exploitation ?
 -
 -
 -
 -
 -
 -
 -
 -
- Vous utilisez l'eau du nappe ?

Si oui :

 - Nombre de puit et/ou forage :
 - Marque de pompe :
 - Marque de moteur et nombre de cylindres :
.....
 - Profondeur :
 - Niveau de l'eau dans le puit :
 - Débit estimé par agriculteur :
 - Qualité de l'eau de la nappe :
salé :..... ; peu salé : ; non salé :

I-4 Occupation du sol :

- Quel assolement avez vous pratiqué ces dernières années ?
(Puisque l'exploitation est subdivisée en 5 parcelles, on a proposé le schéma suivant).

⇒ Campagne : **2000/2001** :

*Culture?	*Culture?	*Culture?	*Culture?	*Culture?
1.....	1.....	1.....	1.....	1.....
2.....	2.....	2.....	2.....	2.....
SAU :	SAU :	SAU :	SAU :	SAU :
1.....	1.....	1.....	1.....	1.....
2.....	2.....	2.....	2.....	2.....

⇒ Campagne : **2001/2002** :

*Culture?	*Culture?	*Culture?	*Culture?	*Culture?
1.....	1.....	1.....	1.....	1.....
2.....	2.....	2.....	2.....	2.....
SAU :	SAU :	SAU :	SAU :	SAU :
1.....	1.....	1.....	1.....	1.....
2.....	2.....	2.....	2.....	2.....

⇒ Campagne : **2002/2003** :

*Culture?	*Culture?	*Culture?	*Culture?	*Culture?
1.....	1.....	1.....	1.....	1.....
2.....	2.....	2.....	2.....	2.....
SAU :	SAU :	SAU :	SAU :	SAU :
1.....	1.....	1.....	1.....	1.....
2.....	2.....	2.....	2.....	2.....

- Est-ce que vous utilisez la jachère dans votre assolement :

- ☐ Oui
☐ Non

Si oui pourquoi ?

.....
.....

- Sur quelle base choisissez vous l'assolement pratiqué ?

.....
.....

- Combien de pieds d'olivier vous possédez sur votre exploitation ?

.....
.....

- Quel est le rendement réalisé l'année dernière pour les différentes cultures ainsi que l'olivier (campagne 2001/2002) ?

Cultures	Superficie (ha)	Rendement

N.B :

- Pour les céréales, on a posé des questions sur le rendement en grains et en balles de paille.
- Pour les fourrages, l'estimation de rendement par l'agriculteur est différente selon la culture. Pour la luzerne sèche, le rendement est estimé en balle, alors que pour la luzerne verte et le bersim, il est estimé par tonne donné au bétail.

- Quelle culture prioritaire sur votre exploitation ? Et pourquoi ?

.....

.....

.....

.....

II- ETUDE TECHNIQUE ET ECONOMIQUE :

II-1 production végétale :

1- Travaux mécanique du sol :

Charges	Nombre	Coût/ha
Labour profond		
Cover-crop		
Confection des seguias		
.....		

2- Semis :

Cultures	Dose (Kg/ha)	Date de semis	Coût (Dh/ha)

3- Fertilisation :

Cultures	Engrais	Quantité (qx/ha)	Coût unitaire (Dh)	Coût total (Dh)	Date d'épandage

4- Protection phytosanitaire :

Cultures	Produits	Quantité (l/ha)	Coût unitaire (Dh)	Coût total (Dh)	Date De traitement

II-2 Production animale :

- Avez-vous un cheptel ?
 - ☐ Oui
 - ☐ Non.

Si oui lequel ?

1- Bovins :

- Quel est l'effectif du cheptel bovin ?

Catégorie	Effectif	
	2001/2002	2002/2003
Vaches		
Génisses		
Veaux		
Velles		
Taurillons		
Taureaux		

- Quelle est la production journalière moyenne en lait d'une vache ? : l/j
- Quelle est votre production moyenne de lait :l/j
- Quel est le prix de vente du litre de lait ? :Dh/l.

- Alimentation :

Catégorie	Produits	Quantité	Coût (Dh)

- Achat et vente :

Catégorie	Achat		Vente		Coût (Dh/ tête)
	2001/2002	2002/2003	2001/2002	2002/2003	

2- Ovins :

- Quel est l'effectif du cheptel ovin ?

Catégorie	Effectif	
	2001/2002	2002/2003
Brebis		
Béliers		
Agneaux		
Agnelles		

- Alimentation :

Catégorie	Produits	Quantité	Coût (Dh)

- Achat et vente :

Catégorie	Achat		Vente		Coût (Dh/tête)
	2001/2002	2002/2003	2001/2002	2002/2003	

II-3 La main d'œuvre :

- Main d'œuvre familiale :

Personne	Travail (j/an)	Tâche	Observation

- Salariés permanents :

Qualification	Nombre	Travail (j/mois)	Salaire mensuel	Observations

- Coût des travaux effectués par la main d'œuvre :

Tâche	Nombre d'ouvrier	Coût/ouvrier(Dh)	Coût total (Dh)

II- Irrigation :

- Pour irriguer quelle est votre ressource en eau ?

- Réseau
- Puit
- Forage
- Puit + réseau
- Forage + réseau

- Quel est le système d'irrigation adopté ?

.....

- Si le système d'irrigation est la robta, quelles sont les dimensions du bassin ?
m²/ bassin.

- Pourquoi avoir choisit ce(s) système(s) ?

.....

- Quelle est la durée du tour d'eau et quelle est la période entre les deux tours ?

.....

- Irriguez vous avec l'eau du puit ou du forage ? oui :....; non :

Si oui, en quelle période de l'année :.....

Si non, pourquoi :

.....

- En irriguant par le puit ou forage, combien d'heures d'irrigation faites vous pour irriguer un ha et à quelle heure commencez vous ?

..... heures

- Irriguez vous souvent pendant la nuit ?

Si oui pourquoi ?

.....

- Avez-vous des problèmes de qualité de l'eau ?

salinité :..... ? pollution par les nitrates : ? pollution par les pesticides :?

- Avez vous fait des analyses de l'eau de votre puit ou forage ?

Si oui, où et quand ? et quelle est la salinité de l'eau ?

Si non, pourquoi ?

.....

- Programmation de l'irrigation par pompage pour la campagne 2001/2002 et 2002/2003 :

Date d'irrigation	Prix du gasoil (Dh)	Nombre d'heures	Culture irriguée

- Programmation de l'irrigation par le réseau gravitaire pour la campagne 2001/2002 et 2002/2003 :

Date de tour d'eau	Nombre d'heures d'irrigation	Culture irriguée

- Pourquoi utilisez vous à la fois l'eau du réseau et celle de puits et/ou forage ?

.....

.....

.....

.....

- Comment vous répartissez la ressource en eau dans l'espace ?

- ☐ En mode mixte
- ☐ En mode alterné

- Pour les agriculteurs qui ont un accès unique aux eaux de surface, pourquoi vous n'utilisez pas l'eau de la nappe ?

.....

.....

.....

- Pour les agriculteurs qui utilisent le même puit, comment gérer vous l'utilisation de ce puit ou forage ?

.....

.....

.....

- Quels sont les frais de l'opération de creusement de puit ou/et forage et l'achat de dispositif motopompe ?

- Coût d'achat de la pompe :.....
- Coût d'achat de moteur :.....
- Coût de creusement :.....
- Coût de construction de l'abri :.....
- Frais d'entretien :.....

ANNEXE 11 : DEFINITIONS ET GLOSSAIRE DES TERMES UTILISES DANS LE DOCUMENT

Aiguadier : Personne chargée de distribuer les volumes d'eau d'irrigation aux usagers, en ouvrant et fermant les vannes selon la durée prescrite.

Aquifère (couche ou gîte) : Couche souterraine saturée d'eau et cédant aisément celle-ci.

Canal arroseur ou arroseur : Canal d'amenée de l'eau au niveau de la parcelle, encore appelé canal quaternaire. Il est construit le plus souvent en terre pour faciliter sa percée à n'importe quel endroit de la parcelle selon les besoins d'irrigation.

Canal primaire : Grande conduite en terre ou en béton qui assure le transport d'eau d'irrigation dans un périmètre irrigué, à partir d'une retenue d'eau régularisée (barrage en général).

Canal quaternaire : Petite conduite, généralement en terre pour l'irrigation gravitaire, qui assure le transport de l'eau d'irrigation dans les parcelles.

Canal secondaire : Conduite en béton (rarement en terre dans les petits périmètres traditionnels) qui assure le transport de l'eau à l'intérieur d'un secteur d'irrigation.

Canal tertiaire : Conduite en béton qui assure le transport d'eau d'irrigation à l'intérieur d'un bloc d'irrigation.

Charges variables : Ces charges correspondant aux facteurs qui sont modifiables durant la campagne et qui engendrent un certain niveau de production, elle dépendent de la nature, de la dimension et de l'intensité de production.

Chott : Dépression salée dans les zones arides.

Conjoncture : Concours de circonstance; occasion. Ensemble des éléments qui déterminent la situation économique, sociale, politique à un moment donné.

Cultures annuelles : Superficie des terres en culture temporaire (annuelle).

Drainage : Aménagement des périmètres irrigués ayant pour but d'éliminer les excès d'eau de surface et d'assainir les eaux souterraines utilisées dans les champs de culture à même de prévenir le regorgement des sols et d'éviter la contamination des nappes phréatiques.

Eaux fossiles : Eaux non renouvelables situées dans des aquifères profonds.

ETM : Evapotranspiration maximale d'une culture ou encore besoins en eau de cette culture, mesurée expérimentalement ou calculée par différentes méthodes empiriques.

ETP : Evapotranspiration potentielle ou demande climatique.

Externalités : Effets secondaires non rémunérés et non intentionnels des actions d'un agent sur un tiers.

Fond plat : Technique améliorée d'irrigation gravitaire consistant à alimenter en eau une parcelle plate nivelée à 0° de pente (nivellement au laser).

Forage : Procédé et équipement d'exploitation d'eau souterraine profonde.

GH : La grande hydraulique est relative aux grands périmètres irrigués desservis généralement par des eaux régularisées à partir de barrage ou de grands cours d'eau. Elle a un caractère de périmètre public vu ses vocations de production, son mode de mise en place et sa gestion collective. Leur superficie est variable mais supérieure à 500 ha en Mauritanie et plusieurs milliers d'hectares dans les autres Pays.

Irrigation : Intervention humaine consistant à modifier la distribution de l'eau dans des canaux naturels, des dépressions du relief, des chenaux de drainage ou dans les couches aquifères et à utiliser cette eau pour améliorer la production végétale en agriculture ou favoriser la croissance d'autres végétaux prisés.

Irrigation de surface : Technique d'irrigation en maîtrise totale ou partielle consistant à faire l'apport d'eau par écoulement sur la surface du sol : à la raie, par calant, par bassin, par submersion.

Irrigation localisée : Irrigation à faible pression, économe en eau, limitant les apports en eau aux racines des cultures. Elle est généralement utilisée en arboriculture et pour les cultures maraîchères.

Irrigation gravitaire : Mode d'irrigation à pression nulle ou très faible dont le principe de transport d'eau se fait par gravité.

Main d'eau : Unité de mesure en irrigation gravitaire permettant le dimensionnement des réseaux en Grande Hydraulique. A l'origine correspondant à la quantité d'eau pouvant être mise en œuvre sur les parcelles par une personne durant un tour d'eau. Elle est exprimée en litres/seconde (débit).

MV1 (Mise en valeur) : Fiches d'établissement et de contrôle du tour d'eau.

Nappe phréatique : Niveau d'accumulation de l'eau (au-dessus du niveau moyen de la mer) dans une couche aquifère; par conséquent, niveau auquel le sol est complètement saturé d'eau.

Nivellement : Opération de mise à niveau de la surface d'une parcelle indispensable dans la conduite de l'irrigation par gravité. Elle peut opérer à faible pente (irrigation à la raie et par submersion) ou à pente nulle (irrigation à fond plat).

Partie irriguée à partir des eaux de surface : Superficie équipée pour une maîtrise totale et/ou partielle de l'eau. Superficie qui est irriguée à partir des lacs et rivières (réservoirs, pompes ou prises au fil de l'eau).

Partie irriguée par pompage : Périmètre avec contrôle de l'eau sur lequel des pompes sont utilisées pour l'approvisionnement en eau. Ne comprend pas les superficies où l'eau est pompée avec les systèmes d'exhaure à énergie humaine ou animale.

Périmètre irrigué : Etendue de terrains délimités spatialement, souvent limitée par des ouvrages de protection (digue) et équipée par des infrastructures d'approvisionnement en eau.

Planche : Technique d'irrigation gravitaire consistant à irriguer une parcelle plate ayant une légère pente permettant de faire circuler l'eau.

PMH : Petite et moyenne hydraulique, relatives aux petits périmètres de taille variable mais ne dépassant pas 500 ha en Mauritanie et 2 à 3 000 ha dans les autres Pays. L'alimentation en eau peut être faite à partir d'eaux régularisées ou non (irrigation saisonnière).

Pompage privé : Désigne l'exploitation d'une ressource d'eau par les agriculteurs sans qu'il y ait une intervention de l'Etat.

Puits tubulaire : Puits constitué par des tubes ou des tuyaux perforés enfoncés dans le sol pour capter l'eau souterraine d'une ou de plusieurs couches aquifères.

Qualité de l'eau : Définie en fonction de la teneur en sels dissous et en polluants. L'acceptabilité est fonction des usages désirés: les critères sont plus stricts pour l'eau destinée à la consommation humaine que pour l'eau d'irrigation.

Raie : Technique d'irrigation gravitaire consistant à faire circuler l'eau dans une parcelle et à l'irrigation par des petites conduites appelées «raies» plus ou moins longues.

Remembrement : Opération d'accompagnement de l'aménagement des périmètres irrigués consistant à un rassemblement des terres, pour les aménager et ensuite les distribuer à leurs propriétaires tout en constituant des exploitations regroupées.

Ressources mobilisables : Ressources en eau interne et externe pouvant être captées par la réalisation de différents aménagements pour son utilisation ultérieure (agriculture, domestique, industrielle).

Ressources mobilisées : Ressources en eau maîtrisée par des aménagements permettant son utilisation permanente ou temporaire.

Robta : Technique ancestrale d'irrigation gravitaire à la parcelle permettant de préserver le canal quaternaire en terre (qui n'est pas percé) et d'utiliser des siphons (en plastique) pour faire passer l'eau du canal à la parcelle par effet de siphonnage.

Salinité de l'eau : Charge de l'eau en sels, mesurée en mg/litre.

Salinité du sol : Teneur de la solution du sol en sels.

Superficie irriguée nette: superficie des terres recevant de l'eau d'irrigation au cours d'une année (les terres bénéficiant de deux campagnes d'irrigation ne sont comptées qu'une fois).

Système : C'est un ensemble d'éléments en interaction dynamique organisée en fonction de buts. Il peut être décrit comme un objet actif, structuré et évoluant dans un environnement par rapport à quelques finalités.

Système de production : C'est la combinaison raisonnée des production et des facteurs de production au sein de l'exploitation agricole en vue d'atteindre un certain nombre d'objectifs assignés à l'exploitation.

Trame A : Schéma de remembrement et d'aménagement en irrigation qui consiste à disposer les propriétés (exploitations agricoles) et d'irriguer par exploitation.

Trame B : Schéma de remembrement et d'aménagement en irrigation collective consistant à disposer les propriétés sur toute la longueur du bloc perpendiculairement aux soles de cultures alimentées chacune par une prise d'irrigation. C'est le système d'aménagement le plus utilisé au Maroc dans la Grande Hydraulique.